This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

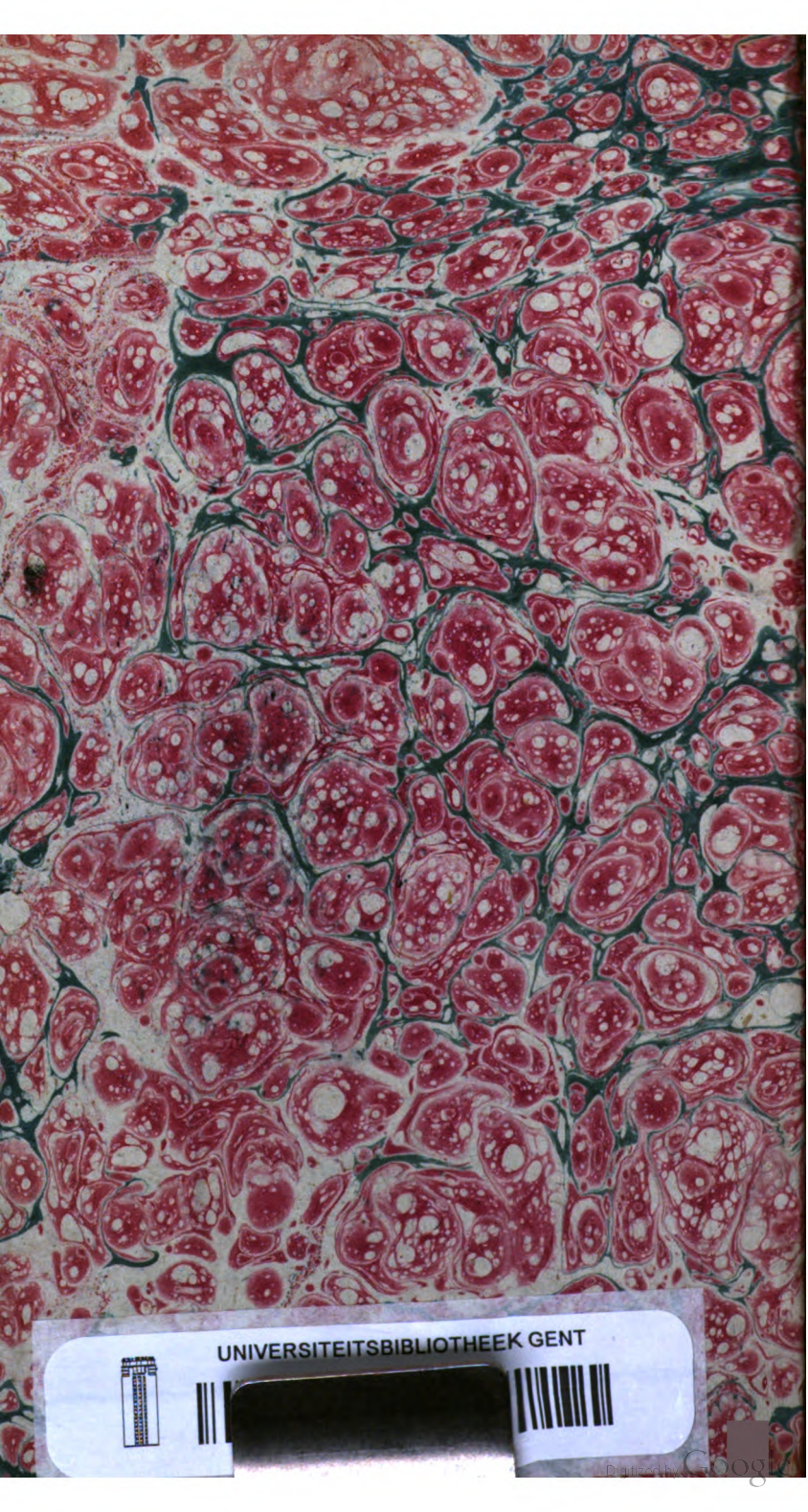
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google


UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE
PHYSIQUE.

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE
PHYSIQUE,

Présenté dans un ordre nouveau, d'après les découvertes modernes;

Par A. LIBES, Professeur de Physique aux Écoles Centrales de Paris, et membre de plusieurs Sociétés savantes.

TOME SECOND.

DE L'IMPRIMERIE DE CRAPELET.

A PARIS,

Chez DETERVILLE, Libraire, rue du Battoir, n° 16, quartier de l'Odéon.

AN X — 1801.

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DE

PHYSIQUE.

LIVRE QUATRIÈME.

DE L'AFFINITÉ OU DE L'ATTRACTION CHIMIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

Définition, théorie et loix de l'affinité ou de l'attraction chimique.

524. Le mot affinité imaginé d'abord pour exprimer une liaison voisine de la parenté, employé ensuite pour désigner des rapports moraux ou métaphysiques, est consacré ici à exprimer une action

Digitized by Google

purement physique : savoir la force par laquelle les molécules des corps s'attirent réciproquement, se cherchent pour ainsi dire, et font effort pour s'approcher les unes des autres. On préfère aujourd'hui, et avec raison, de désigner cette force sous le nom simple d'attraction chimique ou d'attraction moléculaire, qui ne suppose rien, et exprime seulement ce qui frappe nos sens, lorsque cette force est en action. Quoique la première dénomination soit fort en usage, nous emploierons de préférence la seconde.

525. Il ne faut pas confondre l'attraction chimique avec la gravitation. La première n'a lieu qu'entre de très-petits corps ; et elle est absolument nulle entre ceux dont le volume est considérable. La seconde ne s'exerce qu'entre de grandes masses, et elle est en raison directe de ces masses. La gravitation existe à de très-grandes distances ; et l'attraction chimique n'a véritablement lieu que lorsque les molécules sont, pour ainsi dire, en contact.

526. Mais la loi d'attraction qui maîtrise les grandes masses, relativement à la distance, peut-elle s'appliquer aux phéno-

Digitized by Google

mènes infiniment variés que nous offre l'attraction chimique ? Tel est le fameux problême dont la solution a échappé jusqu'ici à l'activité des physiciens. Newton avoit soupçonné que l'attraction chimique est soumise à des loix assez semblables à celles de la gravitation ; mais il n'avoit pas vu que les loix particulières qui maîtrisent l'attraction moléculaire dans différentes circonstances, ne sont que de simples modifications de la loi générale. C'est à Buffon que nous devons d'avoir montré d'une manière très-ingénieuse, dans sa seconde vue de la nature, que les loix de l'attraction moléculaire, paroissent différentes de celles qui maîtrisent les grandes masses, parce qu'à une très-petite distance, la figure des molécules qui s'attirent, fait autant et plus que la masse, pour l'expression de la loi, cette figure entrant alors pour beaucoup dans l'élément de la distance.

527. Quelque vraisemblable qu'il paroisse qu'une différence dans la figure des molécules des corps, doit en produire une dans les effets de l'attraction chimique, de manière que sa loi étant la même que celle de la gravitation, elle présente néanmoins

Digitized by Google

des cas qui résistent à nos calculs ; nous avouerons cependant que l'on n'est pas encore parvenu à donner la solution rigoureuse d'aucun cas d'attraction chimique, en lui appliquant la loi du quarré de la distance. Aussi plusieurs célèbres géomètres soutiennent que cette loi ne peut servir à rendre raison des phénomènes d'attraction au contact, de quelque manière qu'on la suppose modifiée par la figure des molécules. Sans nous arrêter plus long-temps sur cette discussion, d'autant plus inutile qu'il ne nous seroit pas possible, faute de faits, d'en tirer des résultats satisfaisans, passons à l'examen des phénomènes que présente l'attraction chimique.

328. Les chimistes et les physiciens ont distingué autant d'espèces d'affinités que la nature leur a offert de phénomènes différens : de-là cette division de l'affinité en affinité d'agrégation, affinité de composition, affinité de dissolution, affinité de précipitation, affinité simple, affinité double, affinité d'intermède, affinité disposée, affinité réciproque, affinité hygrométrique, &c. Toutes ces affinités sont une seule et même force considérée sous différens aspects et

Digitized by Google

dans différentes circonstances. Nous les réduirons à trois, dans lesquelles il nous sera aisé de faire rentrer toutes les autres ; l'attraction simple, l'attraction élective, et l'attraction complexe.

529. L'attraction simple est celle qui s'exerce entre deux substances simples ou composées, pourvu que dans chacune, les principes composans n'agissent que par une force collective.

Si les deux substances sont de la même espèce, on obtient un tout homogène, dont les parties sont enchaînées par la force d'agrégation qui est toujours le résultat de l'attraction. Un bloc de marbre, un morceau de soufre, sont formés de molécules homogènes, que l'attraction unit plus ou moins étroitement suivant qu'elle a plus ou moins d'actitivé et d'énergie.

530. Si les substances dont il s'agit sont de différente espèce, il en résulte des phénomènes différens suivant le degré d'intensité de l'attraction qui éprouve des variations qu'il importe de rendre sensibles par des exemples.

531. Je verse de l'huile sur l'eau : il ne se fait point de mélange ; les deux substan-

Digitized by Google

ces prennent une place marquée par leur pesanteur spécifique.

532. Je jette un morceau de sucre dans l'eau ; il est d'abord précipité par l'excès de sa pesanteur spécifique; mais bientôt il disparoît, et l'eau conserve toute sa transparence : il y a donc ici union intime et uniforme entre les molécules de l'eau et les molécules du sucre ; mais cette union n'est point forte ; car le sucre et l'eau conservent chacune, après leur réunion, une grande partie de leurs propriétés.

533. L'évaporation, c'est-à-dire la dissolution de l'eau par l'air, et la vaporisation, c'est-à-dire la dissolution de l'eau par le calorique, sont des phénomènes semblables au précédent. C'est toujours l'attraction qui produit l'union des molécules des deux fluides hétérogènes, union foible qui conserve à chacun des fluides ses principales propriétés.

534. Si l'union eût été plus forte, les propriétés des deux substances eussent disparu, comme il est aisé de l'observer lorsqu'on met en contact un alkali et un acide. L'union de ces deux substances produite par l'attraction chimique, donne naissance

Digitized by Google

à un sel dans lequel on ne reconnoît plus aucune propriété des substances composantes. La dissolution prend alors plus particulièrement le nom de combinaison.

535. L'attraction élective a lieu toutes les fois qu'à un composé de deux substances on présente un corps qui a plus d'affinité avec un des composans, que les deux composans n'en ont ensemble. Dans l'attraction élective, il y a toujours trois forces en jeu.

Première expérience.

On verse de l'acide sulfurique dans une solution de muriate de baryte. On voit la liqueur se troubler sur-le-champ, et une matière blanche abondante se précipiter au fond du vase.

Que se passe-t-il dans cette expérience? L'acide muriatique tient à la baryte avec une certaine force établie par la nature : est survenu l'acide sulfurique, à qui la nature a donné une force attractive sur la baryte, plus grande que celle de l'acide muriatique sur cette substance alkaline ; soudain la baryte a été arrachée à l'acide muriatique par cette force plus grande qui l'attire vers

Digitized by Google

l'acide sulfurique, et faisant une espèce de choix entre ces deux corps, elle s'est portée sur ce dernier, et il s'est formé un nouveau composé insoluble dans l'eau, qui s'est précipité au fond du vase.

536. L'attraction complexe a lieu toutes les fois qu'un composé de deux substances ne peut être décomposé par une substance seule, mais par cette même substance unie à une autre. On met ici quatre forces en jeu, dont le concours forme une attraction complexe. Pour bien concevoir leur action, il faut les décomposer, et opposer celles qui concourent à rompre les combinaisons existantes à celles qui tendent à leur conservation. Nous donnerons aux premières le nom d'attractions divellentes, et aux dernières celui d'attractions quiescentes.

537. Si les attractions quiescentes l'emportent sur les divellentes, il ne se fait aucun changement dans les combinaisons; mais si les attractions divellentes sont plus fortes, les combinaisons existantes sont rompues, et il s'en forme de nouvelles.

538. Pour rendre ces vérités plus sensibles, nous représenterons ces quatre forces dans un tableau figuratif, ce qui nous faci-

Digitized by Google

litera le moyen de suivre le jeu de leur action.

Deuxième expérience.

On prend une dissolution de muriate de baryte, on y mêle une dissolution de potasse : il ne se produit aucun effet.

Troisième expérience.

On prend une dissolution de muriate de baryte, on y mêle de l'eau saturée d'acide carbonique : il ne se fait aucune altération dans le mélange.

Quatrième expérience.

On prend une dissolution de muriate de baryte, on y mêle une dissolution de carbonate de potasse. Soudain la liqueur se trouble, et une matière blanche se précipite au fond du vase.

Le muriate de baryte est composé d'acide muriatique et de baryte, lesquels sont représentés au côté gauche de la figure. Le carbonate de potasse est composé d'acide carbonique et de potasse, qui sont placés au côté droit. L'attraction de l'acide muriatique pour la baryte, et celle de la potasse pour

Digitized by Google

l'acide carbonique, sont les attractions quiescentes. L'attraction de l'acide muriatique pour la potasse, et celle de la baryte pour l'acide carbonique, sont divellentes. Ces dernières l'emportent : les premières combinaisons sont rompues, et au lieu de muriate de baryte et de carbonate de potasse, on a du muriate de potasse et du carbonate de baryte, lequel étant insoluble dans l'eau, se précipite.

Muriate de potasse.

Muriate de baryte. { Acide muriatique. 44 . 48. + Baryte. = 29/73 } { Potasse. 19 = 67. Acide carbonique. } Carbonate de potasse.

Carbonate de baryte.

539. On peut encore représenter quelques circonstances de l'opération; ainsi la pointe de l'accolade inférieure étant dirigée vers le bas, désigne que le carbonate de baryte se précipite ; si elle étoit dirigée vers le haut, elle indiqueroit que la nouvelle combinaison seroit restée en dissolution.

540. Parmi les physiciens qui se sont occupés d'exprimer par des nombres la force

Digitized by Google

comparative des attractions chimiques, Guiton est celui qui l'a fait avec plus de succès. Voyez à ce sujet l'article AFFINITÉS de l'Encyclopédie méthodique, qui en renferme le tableau.

541. Pour qu'une dissolution s'opère, il faut que l'un des deux corps soit fluide, afin que les molécules puissent s'introduire entre celles du corps solide. L'action est ici réciproque, et on ne donne au fluide le nom de dissolvant, que parce qu'il donne sa forme au corps solide. Il se présente des cas dans lesquels aucun des corps qui se combinent n'est dans l'état fluide.

542. Lorsqu'un solide se dissout dans un fluide, la tendance à la combinaison a non-seulement à surmonter la résistance mécanique que fait naître la différence des pesanteurs spécifiques, mais encore la force d'agrégation qui tient enchaînées les molécules du solide. Plus la force d'agrégation est grande, plus grand est l'obstacle qui résiste à la combinaison.

543. Il ne se fait point de combinaison sans changement de température. Quelquefois ce changement est très-rapide, quelquefois il est à peine sensible; mais le grand

Digitized by Google

nombre de cas où on l'observe autorise assez à conclure qu'il a lieu dans tous. Cela vient de ce que chaque combinaison a son degré déterminé d'énergie qui varie dans chacune, en sorte que les molécules existent dans tous les corps de la nature à des distances d'elles-mêmes différentes pour chacun. Quand il se forme un nouveau composé, il existe donc ou plus ou moins de rapprochement dans ses molécules qu'il n'en existoit dans la combinaison de laquelle ses élémens se sont séparés. Dans le premier cas, il y a dégagement de calorique et augmentation de température; dans le second, il y a absorption de calorique et diminution de température. La combinaison est d'autant plus intime, et conséquemment l'affinité d'autant plus grande, que la quantité de calorique dégagée est plus considérable. Lorsque l'eau se combine avec un sel qui cristallise, elle passe à l'état solide, ses molécules se rapprochent: il y a donc du calorique dégagé. Ordinairement nous ne sommes pas témoins de ce dégagement, mais nous en acquérons une preuve bien satisfaisante, quand nous voyons se produire du froid dans la dissolution d'un sel cristallisé. C'est qu'alors l'eau,

Digitized by Google

pour repasser à l'état fluide, reprend ce qu'elle avoit perdu; et il faut, pour que la dissolution s'opère, beaucoup plus de calorique qu'il n'en faudroit pour dissoudre le sel sans cette circonstance.

544. Quand il y a combinaison, la pesanteur spécifique dans le composé est toujours plus ou moins grande que dans les combinaisons qui se détruisent pour lui donner naissance. C'est une conséquence nécessaire de la loi que nous venons d'établir.

445. Les degrés de chaleur font varier d'une manière très-inégale les attractions de différentes substances; ainsi, par exemple, l'ammoniaque décompose à froid le sulfate de magnésie, qu'il ne décompose pas à chaud. Ainsi le sulfate de magnésie et le muriate de soude se décomposent réciproquement à la température de 0, tandis qu'à 20 ou 30 degrés au-dessus de ce terme, l'acide sulfurique se reporte sur la magnésie, et l'acide muriatique sur la soude.

546. Il se mêle encore dans la plupart des phénomènes, des anomalies dont nous ne parlerons pas avec détail, parce qu'elles nous paroissent étrangères à l'objet que nous nous proposons dans cet ouvrage.

Digitized by Google

547. Il se présente quelquefois des substances, telles que A, par exemple, décompose BC, et que B décompose AC. Quelques chimistes ont conclu de-là que A a tantôt plus, tantôt moins d'attraction que B pour C: ils ont même cherché à faire de ces sortes de décompositions réciproques, un argument contre la théorie de l'attraction; il est en effet absurde que deux substances, toutes choses égales d'ailleurs, exercent sur une troisième une action aussi contradictoire. Aussi n'est-ce pas là ce qui se passe.

S'il se rencontre quelques anomalies dans cet ordre constant de phénomènes, c'est qu'alors il arrive quelque variation dans les circonstances qui les accompagnent, ou quelque force nouvelle qui change les conditions d'équilibre, et trouble l'ordre des attractions.

Lorsqu'on fait bouillir de l'alkali sur du prussiate de fer, celui-ci se décompose presque sur-le-champ; la potasse enlève à l'oxide métallique l'acide qui le constituoit bleu de Prusse, forme un prussiate soluble, et l'oxide de fer reste déposé au fond du vase. Cependant si l'on observe bien ce dépôt, on s'apperçoit qu'il contient encore de l'acide prus-

Digitized by Google

sique, et qu'il est propre à donner du bleu. Si pour enlever ce reste d'acide on essaie de faire bouillir avec de la potasse, comme la première fois, on aura beau forcer les doses et prolonger l'ébullition, on ne parviendra jamais à ce but. Voilà donc que la potasse, qui sembloit d'abord avoir plus d'attraction que le fer pour l'acide prussique, se trouve ici en défaut pour décomposer la même combinaison dont elle avoit déjà triomphé; première anomalie. Il y a plus: si l'on fait bouillir de l'oxide de fer sur le prussiate de potasse, cette dernière substance, qui pourtant n'existe que par une décomposition du prussiate de fer par la potasse, est décomposée par l'oxide de fer, de manière qu'il semble résulter de-là que la potasse a tantôt plus, tantôt moins d'attraction pour l'acide prussique que le fer; seconde anomalie.

Lorsqu'on fait bouillir de la potasse sur du prussiate de fer, il se passe sur-le-champ et simultanément deux choses; la potasse s'empare d'une partie de l'acide, et l'oxide de fer mis à nu se porte sur la portion du prussiate non décomposé. Lorsqu'en vertu de ce partage d'action, tout se trouve réduit en prussiate de potasse, d'une part, et en prus-

Digitized by Google

siate de fer avec excès de fer, de l'autre, la potasse ne peut plus rien, et cela sans qu'il y ait contradiction; car ce n'est plus au même corps qu'elle a affaire: mais si on enlève le fer en excès au moyen d'une substance qui ait pour l'oxide de fer plus d'attraction que cet oxide n'en a pour le prussiate de fer, alors ce dernier est de nouveau attaquable par la potasse, avec cependant la même restriction que ci-dessus. Reprenant ainsi successivement l'oxide de fer par un acide, et traitant le résidu par la potasse, on décompose tout le prussiate de fer: de-là il est aisé de concevoir que l'oxide de fer en excès est susceptible de décomposer le prussiate de potasse. On prévoit déjà ce qui va se passer dans cette expérience: l'action va se partager, et il va se former, d'une part, un prussiate de fer, et de l'autre un prussiate de potasse, mais de manière que celui-ci ne sera jamais décomposé en entier.

Il est facile de faire à d'autres exemples l'application de ces principes. Ainsi, l'acide muriatique ne décompose jamais qu'en partie le nitrate de cuivre; ainsi, l'acide sulfurique ne décompose qu'en partie le phosphate de chaux, &c.

Digitized by Google

548. Nous avons parlé d'attraction simple et d'attraction élective; à proprement parler, il n'en existe pas dans la nature qui nous présente exclusivement des exemples de l'attraction complexe. Lorsqu'une substance est chassée par une troisième d'un composé binaire, ou cette substance se précipite; et alors elle obéit à une quatrième force, qui se compose et de sa force d'agrégation en vertu de laquelle elle se solidifie, et de sa pesanteur. Si la substance éliminée ou le produit s'échappe à l'état de gaz, ils le font encore en vertu d'une force qui doit s'ajouter à celle qui tendoit à rompre l'équilibre établi. Enfin, si le tout ou partie reste dissous dans l'eau, ce fluide agit alors même par une force qui doit entrer en considération; et comme il arrive toujours une de ces trois choses, il est naturel de conclure qu'il n'y a jamais action de trois forces simplement, ou attraction élective.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

Application de la théorie de l'attraction chimique au phénomène des tubes capillaires.

549. Si l'on plonge dans l'eau un tube capillaire, c'est-à-dire dont la cavité intérieure représente un cylindre assez étroit pour être comparé à un cheveu, au moment même de l'immersion, l'eau s'élève dans son intérieur et y demeure suspendue au-dessus du niveau, à une hauteur qui est en raison inverse du diamètre du tube.

550. Si l'on plonge le même tube dans le mercure, ce fluide se tient au-dessous du niveau, et son abaissement est aussi en raison inverse du diamètre du tube.

Tel est le phénomène des tubes capillaires, qui est devenu une branche importante de physique, soit parce qu'il sert à expliquer un grand nombre d'autres phénomènes, soit parce qu'il semble contredire une des principales loix de l'équilibre des fluides.

551. Sans entrer dans le détail des hypothèses plus ou moins brillantes qui ont été

Digitized by Google

imaginées pour expliquer ce phénomène, nous tâcherons d'en donner une explication d'autant plus satisfaisante, qu'elle est fondée sur des principes non équivoques.

Premier principe.

552. Les molécules de l'eau s'attirent mutuellement; de-là, la forme sphérique que prennent des gouttes isolées de ce fluide; de-là, cette espèce d'empressement avec lequel on les voit se réunir pour former une masse commune lorsqu'elles sont en contact.

Deuxième principe.

553. L'eau est attirée par le verre.

Troisième principe.

554. L'attraction du verre pour l'eau est plus grande que celle de l'eau pour elle-même.

Première expérience.

On plonge un morceau de verre dans l'eau; on le retire, et on voit sa surface recouverte de molécules d'eau adhérentes aux élémens du verre; ce qui annonce que le verre a pour l'eau plus d'attraction qu'elle n'en a pour elle-même.

Digitized by Google

555. Il suit de ce principe, et l'expérience confirme, 1°. si l'on plonge dans de l'eau, dont la surface est représentée par M N (fig. 88), une lame de verre A, en vertu de l'attraction du verre pour l'eau, plus grande que celle de l'eau pour elle-même, ce fluide doit s'élever de chaque côté de la lame, et former deux surfaces concaves EDC, FGH.

556. 2°. De la masse d'eau soulevée, il doit se détacher un grand nombre de molécules du fluide, qui, suivant les circonstances, doivent s'élever à différentes hauteurs; de-là vient que la plupart des cristallisations salines ont la propriété de grimper le long des parois des vases qui les renferment, et de se répandre même au-dehors.

557. 3°. Le poids de la masse d'eau soulevée est la mesure exacte de l'adhérence de cette masse avec la ligne des molécules supérieures, déterminée par la longueur de la lame.

558. 4°. Quelle que soit la nature du fluide, la surface courbe est toujours la même, et elle se termine seulement plutôt ou plus tard, suivant que la cohésion des molécules du fluide est moins ou plus grande.

559. 5°. Ni l'adhérence du fluide avec la

Digitized by Google

partie plongée de la lame, ni la prépondérance des colonnes extérieures, n'entrent pour rien dans la suspension de la portion d'eau soulevée; elle est due uniquement à l'adhérence des molécules d'eau qui terminent la surface courbe, avec les élémens du verre, qui sont en contact avec ces mêmes molécules, et qui sont immédiatement au-dessus.

560. 6°. Si l'on plonge une seconde lame parallèlement à la première, tout se passera de même, si elles sont à une certaine distance l'une de l'autre (fig. 89). Mais si on les rapproche de manière que les courbes intérieures se croisent (fig. 90), l'eau doit s'élever plus haut qu'auparavant; car si la surface de l'eau soulevée gardoit la forme discontinue AHB, les forces qui, dans le premier cas, pouvoient soulever les deux masses considérées séparément, n'auroient pas leur entier effet: en supposant donc que ces forces n'aient reçu aucun accroissement, il est clair qu'elles soulèvent encore un volume d'eau égal à CHD, que la surface de l'eau s'élèvera quelque part en IGK, et que cette élévation augmentera à mesure que la distance qui sépare les lames deviendra plus petite.

Digitized by Google

561. 7°. Si, au lieu de lames de verre, on emploie des tubes de même matière qui soient capillaires, l'élévation de l'eau au-dessus du niveau doit être en raison inverse du diamètre du tube. Cette assertion, qu'on doit regarder comme une conséquence nécessaire de ce qui vient d'être dit, peut être confirmée par le raisonnement suivant.

Plus le diamètre du tube plongé est petit, plus sa courbure est rentrante, et conséquemment plus les actions que ses molécules exercent sur le fluide sont rapprochées: donc en supposant une molécule du fluide située à la même distance d'un point attirant pris sur les courbures de plusieurs tubes capillaires de différens diamètres, les arcs, dont ce point occupera le milieu, s'infléchiront d'autant plus vers la même molécule, et agiront conséquemment sur elle par des attractions d'autant plus voisines du contact, qu'ils appartiendront à des tubes plus étroits: l'élévation de cette molécule au-dessus du niveau sera donc en raison inverse du diamètre du tube.

562. On peut déduire de-là un moyen simple de déterminer les rapports d'attraction qu'ont pour leurs propres molécules les fluides susceptibles de s'élever dans les tubes

Digitized by Google

capillaires; car, puisque le poids de chaque colonne fluide soulevée est la mesure de leur adhérence avec une colonne de molécules, qui a même diamètre que le tube, il suffira de déterminer les hauteurs auxquelles se tiennent ces différens fluides dans un même tube, et de les multiplier respectivement par la pesanteur spécifique de chacun d'eux, en observant de faire toutes ces expériences à la même température. C'est ainsi qu'en représentant l'attraction de l'eau distillée pour elle-même par l'unité, on trouve les nombres suivans pour les attractions de trois autres fluides, relatives à la température de 20 degrés (échelle centigrade), acide sulfurique 0,7; alcool 0,3; éther sulfurique 0,2. Il est probable que ces rapports éprouvent des variations par d'autres températures.

563. Il nous reste à expliquer le phénomène d'abaissement du mercure au-dessous du niveau, lorsqu'on plonge un tube capillaire dans ce fluide.

Premier principe.

564. Les molécules du mercure s'attirent mutuellement; de-là, la forme sphérique que prennent des gouttes de mercure aban-

Digitized by Google

données à elles-mêmes ; de-là, l'union que contractent deux ou plusieurs molécules de ce fluide, du moment qu'elles sont en contact.

Deuxième principe.

565. Le verre a de l'attraction pour le mercure.

Deuxième expérience.

Si on met une goutte de mercure sur une feuille de papier et qu'on la touche avec un morceau de cristal, le mercure s'y attache ; et si le verre est élevé doucement de dessus le papier, le mercure s'attache par une surface plane d'une largeur considérable relativement au volume de la goutte, comme on le voit aisément à la faveur du microscope ; enfin, si on tient le verre un peu obliquement, la goutte de mercure roule tout doucement sur son axe le long du bord inférieur du verre, jusqu'à ce qu'elle arrive au bout, où elle reste suspendue comme auparavant.

Troisième principe.

566. Le verre a moins d'attraction pour le mercure, que le mercure n'en a pour lui-même.

Digitized by Google

Troisième expérience.

On présente à une masse de mercure une goutte de ce fluide attachée à la pointe d'une lame de verre; la goutte de mercure abandonne le verre pour se réunir à la masse; de-là vient que du verre plongé dans un bain de mercure, n'est pas mouillé par ce fluide.

567. Il suit de ces principes, et l'expérience confirme, 1°. si l'on plonge une lame de verre dans une masse de mercure, le fluide doit se déprimer de chaque côté de la lame, et former deux surfaces convexes de même nature que celles que donne le phénomène d'ascension.

568. 2°. Le poids du mercure déprimé est la mesure exacte de la force avec laquelle adhèrent entr'elles deux lignes de molécules fluides de même longueur que la lame.

569. 3°. La dépression doit être d'autant plus considérable, que la cohésion des molécules du fluide est plus grande.

570. 4°. La lame est soulevée avec une force égale au poids du fluide déprimé.

571. 5°. Si l'on plonge une seconde lame parallèlement à la première, tout se passe de la même manière, si les lames sont à une

Digitized by Google

certaine distance l'une de l'autre; mais si elles sont assez rapprochées pour que les courbes intérieures se croisent, alors la dépression doit être plus considérable qu'auparavant, et elle devient d'autant plus grande, que la distance des lames est plus petite.

572. 6°. Si, au lieu de lames de verre, on emploie des tubes capillaires, la dépression du mercure au-dessous du niveau doit être en raison inverse du diamètre du tube. Cette loi de dépression se déduit des principes établis de la même manière, et par des raisonnemens semblables à ceux qui nous ont servi à établir la loi d'ascension.

573. On peut déduire de là un moyen facile de déterminer en nombres l'attraction du mercure pour lui-même, comparée à celle de l'eau distillée, prise pour unité. Il suffit pour cela de multiplier la hauteur de la dépression par la pesanteur spécifique du mercure, et de diviser le produit par la hauteur à laquelle l'eau s'élève dans le même tube. Après un grand nombre d'expériences faites sur différens tubes, on a trouvé que la force d'agrégation des molécules du mercure est représentée par 3,6.... c'est-à-dire, qu'elle est presque quadruple de celle avec

Digitized by Google

laquelle les molécules d'eau adhèrent entre elles.

574. Les effets des tubes capillaires peuvent être ramenés à une expérience fort simple, présentant le phénomène dégagé des loix de l'équilibre des fluides, qui se mêlent plus ou moins avec l'attraction dans les cas où il a lieu.

Quatrième expérience.

Inclinez un tube capillaire, et laissez tomber sur sa surface une goutte de fluide; redressez ensuite le tube au moment où cette goutte, entraînée par son poids, arrive à l'orifice inférieur; vous la verrez à l'instant s'élancer par cet orifice dans l'intérieur du tube.

575. Cette expérience peut servir de passage pour arriver à l'explication d'un grand nombre de phénomènes dont nous sommes chaque jour les témoins. Une bûche plongée dans l'eau par une de ses extrémités, s'imbibe de cette eau dans toute sa longueur; la sève s'élève des racines d'un arbre jusqu'aux extrémités de ses branches; du sucre plongé par une pointe dans un fluide, se trouve en un instant humecté jusqu'au haut; la mèche

Digitized by Google

de coton attire du bas en haut l'huile d'une lampe, &c. Ces phénomènes, et une foule d'autres semblables, sont dûs évidemment à la capillarité.

CHAPITRE III.

Des phénomènes d'attraction ou de répulsion apparentes que présentent certains corps flottans sur la surface d'un fluide.

Première expérience.

576. Faites flotter sur la surface d'une eau tranquille deux aiguilles très-fines; si elles sont situées à quelques décimètres de distance mutuelle, elles restent en repos, et ne prennent de mouvement que celui qu'elles peuvent recevoir de l'agitation de l'air. Mais si on les place à quelques millimètres seulement de distance, et qu'on les abandonne à elles-mêmes, on les voit se porter l'une vers l'autre, s'unir d'abord par une extrémité, et ensuite successivement par leurs parties homologues, de manière qu'on ne peut les séparer sans vaincre une résistance sensible. Le même effet a lieu avec des corps légers

Digitized by Google

quelconques, qui sont susceptibles d'être mouillés par le liquide.

Plusieurs physiciens rapportent ce phénomène comme une preuve non équivoque de l'existence de l'attraction chimique; et cependant il est aisé de démontrer que les deux aiguilles n'exercent aucune action l'une sur l'autre. Car, si au lieu de faire flotter les aiguilles sur la surface de l'eau, on les place sur un plan bien poli; ou mieux encore, si on suspend chacune d'elles à l'extrémité d'un long fil, et que dans cet état on les approche lentement l'une de l'autre, quelque petite que soit leur distance respective, elles y restent sans s'approcher davantage; tandis que dans l'hypothèse de l'expérience précédente, elles se portent l'une vers l'autre d'un mouvement accéléré à une distance beaucoup plus considérable.

Deuxième expérience.

577. Placez sur la surface de l'eau deux corps plus légers, et dont un seul soit susceptible d'être mouillé par le liquide, par exemple, deux globules de liége, dont l'un ait été charbonné à la flamme d'une bougie; essayez ensuite d'approcher, à l'aide d'une

Digitized by Google

pointe, un de ces globules de l'autre; celui-ci, s'il est libre, fuit à l'approche du premier, et on ne peut les mettre en contact, à moins qu'on ne les presse tous deux l'un vers l'autre en sens contraire; et alors on éprouve une petite résistance : enfin, dès qu'on les abandonne à eux-mêmes, ils se repoussent, et se fuyent d'un mouvement accéléré de moins en moins.

Le mouvement que ces deux globules prennent dans cette expérience ne peut pas être attribué à une répulsion qu'ils exerceroient l'un contre l'autre; car si ces globules, au lieu de flotter sur la surface de l'eau, sont suspendus aux extrémités de deux fils, on peut les approcher l'un de l'autre, et même les mettre en contact, sans appercevoir la moindre tendance ni à s'approcher, ni à s'éloigner l'un de l'autre.

Troisième expérience.

578. Placez sur la surface du mercure deux balles de fer, ou deux corps quelconques, qui ne soient susceptibles ni l'un, ni l'autre, d'être mouillés par le liquide; écartez les balles seulement de quelques millimètres; du moment qu'elles sont abandonnées à

Digitized by Google

elles-mêmes, on les voit se précipiter l'une vers l'autre, et elles paroissent adhérer entre elles, de manière que si on essaie d'écarter l'une, l'autre la suit, malgré la résistance que le mercure oppose à son mouvement.

579. Il suffit de réfléchir un instant sur les expériences que nous venons de décrire pour se convaincre, 1°. que les attractions et répulsions apparentes qui en font l'objet, dépendent uniquement de la faculté qu'ont les corps que l'on considère, d'être tous deux mouillés par le liquide environnant, ou de ne l'être ni l'un ni l'autre; ou enfin de la faculté qu'ils ont, l'un d'être mouillé, et l'autre de ne l'être pas.

580. 2°. Qu'on peut ramener aux trois loix suivantes les résultats de ces expériences.

581. PREMIÈRE LOI. *Lorsque deux corps flottans sur la surface d'un liquide, et placés dans le voisinage l'un de l'autre, sont tous deux susceptibles d'être mouillés par le liquide, ils paroissent s'attirer réciproquement, et ils se portent l'un vers l'autre.*

582. DEUXIÈME LOI. *Lorsque deux corps flottans sur la surface d'un liquide, et placés*

Digitized by Google

dans le voisinage l'un de l'autre, ne sont ni l'un ni l'autre susceptibles d'être mouillés par le liquide environnant, ils paroissent encore s'attirer.

583. TROISIÈME LOI. *Lorsque de deux corps flottans sur la surface d'un liquide, et placés dans le voisinage l'un de l'autre, l'un est susceptible d'être mouillé, tandis que l'autre ne l'est pas, ils paroissent se repousser, et ils s'écartent en effet, à moins que quelqu'obstacle ne s'oppose à cette séparation.*

584. Mariotte avoit observé les phénomènes que nous venons de décrire, trouvé les loix qui en résultent, et essayé d'en assigner la cause. L'explication de Mariotte est, sous certains rapports, défectueuse. Voyez à ce sujet un Mémoire de Monge, imprimé dans les Recueils académiques, année 1787. Il renferme des vérités nouvelles et intéressantes, qui ont conduit ce célèbre physicien à donner des phénomènes qui nous occupent l'explication la plus satisfaisante.

585. *Explication de la seconde loi.* Si on fait flotter sur la surface d'un liquide (fig. 91) un globule A, qui n'est pas susceptible d'en être mouillé, la surface du liquide se dé-

Digitized by Google

prime tout autour du globule, elle prend une courbure dont la convexité est tournée vers le haut, et le globule reste en repos, parce que la dépression dont il s'agit se faisant par-tout à la même profondeur, il est pressé par le liquide de la même manière en tout sens. La distance des sommets B, C des courbures, varie en général pour les différens liquides, suivant la force avec laquelle leurs molécules adhèrent entr'elles; et pour le même liquide, suivant les différentes températures. Si à quelque distance du premier globule, on en place un second A′, tout se passe, par rapport à ce second corps, comme par rapport au premier; il reste en repos, et les parties MB, CB′, C′N de la surface du liquide sont dans un même plan horizontal. Si l'on approche les deux globules A, A′ (fig. 92), de manière que les sommets C, B′ des courbures de la surface du liquide se confondent, tout reste encore dans le même état; le sommet commun C des deux courbures est à la même hauteur que le reste de la surface; les deux corps sont encore en équilibre, leur distance est alors la plus petite à laquelle ils puissent rester en repos, et cette distance est la limite

Digitized by Google

de la capillarité pour les circonstances actuelles. Mais si l'on continue d'approcher les deux corps, comme dans la figure 93, le liquide se déprime entr'eux deux, et le sommet de la courbure ne s'élève plus à la même hauteur que le reste de la surface. Chacun des deux globules est donc moins pressé par le liquide environnant du côté de l'autre globule, que de toute autre part; et ces deux corps, en cédant dans le sens vers lequel la pression est moindre, se portent l'un vers l'autre : d'où il résulte que lorsque deux corps flottans, non mouillés, et placés à une petite distance, s'approchent l'un de l'autre, ce n'est pas en vertu d'une attraction, ni d'aucune autre affection qui leur soit propre; le rapprochement a évidemment pour cause une différence de pression tout-à-fait étrangère à ces corps, de sorte que le phénomène n'auroit pas lieu, s'ils étoient situés à la même distance hors du liquide.

586. Ce que nous venons de dire pour deux globules flottans, arrive de même pour deux globules submergés; car si les deux corps A, B (fig. 94) sont plongés dans un liquide qui n'ait pas la faculté de les mouiller,

Digitized by Google

et que leur distance soit capillaire, le liquide se sépare entr'eux, si l'air peut y avoir accès, et les corps n'éprouvant plus du côté de l'intervalle qui les sépare, une pression aussi grande que du côté opposé, sont pressés l'un vers l'autre; et si l'air atmosphérique ne peut arriver entre les deux corps, le liquide ne se sépare que quand la force avec laquelle il tend à le faire, peut vaincre le poids de l'atmosphère; mais lors même qu'il ne se sépare pas, sa tendance à la séparation occasionne une diminution de pression qui fait naître le même effet.

587. *Explication de la troisième loi.* Si on fait flotter sur la surface d'un liquide, à quelques décimètres de distance l'un de l'autre, deux globules A, A′ (fig. 95) dont le second est susceptible d'être mouillé par le liquide tandis que l'autre ne l'est pas, la surface se déprime autour du corps A, comme nous l'avons vu précédemment; mais elle s'éleve au contraire autour du corps A′; elle devient concave vers le haut, et la distance B′C des origines des courbures opposées, varie en général, suivant la nature du liquide, suivant celle du globule, et suivant la température. Si l'on approche

Digitized by Google

les deux globes A, A′ jusqu'à ce que l'origine de la concavité C′ et le sommet B de la convexité se confondent en B (fig. 96), les deux corps restent en équilibre, parce que tout est encore dans le même état par rapport à eux; mais leur distance est alors la plus petite à laquelle ils puissent être l'un de l'autre, et rester en repos; elle est la limite de la capillarité dans les circonstances actuelles. Si l'on continue d'approcher les deux corps (fig. 97), la dépression du liquide autour du globule A, est moindre du côté de l'autre corps, à cause de l'élévation que le corps A′ occasionne autour de lui; et il en résulte autour du corps A, un enfoncement dont la forme n'est pas symétrique. La pression que ce corps éprouve de la part du liquide, est donc plus grande du côté de l'autre corps que de toute autre part; et pour céder à la pression la plus forte, il est forcé de s'éloigner de l'autre corps, comme s'il en étoit repoussé : d'où il résulte que si deux corps flottans, dont l'un est mouillé par le liquide sur lequel ils nagent, tandis que l'autre ne l'est pas, se fuyent réciproquement, ce n'est pas en vertu d'une répulsion immédiate qu'ils exercent l'un sur

Digitized by Google

l'autre; ce mouvement a pour cause une inégalité de pression de la part du liquide environnant. L'inégalité de pression dont il s'agit ici, est à la vérité le résultat d'une action exercée par le corps mouillé sur le liquide; mais cette action est tout-à-fait étrangère à l'autre corps qui, à cet égard, est dans un état purement passif; et il paroît évident qu'il n'y auroit aucune répulsion, même apparente, si les deux corps étoient suspendus à la même distance hors du liquide.

588. Ce que nous avons dit de deux corps flottans dont l'un est mouillé, et dont l'autre ne l'est pas, auroit lieu également entre ces corps, s'ils étoient tous deux submergés; car la force avec laquelle le corps mouillé tend à retenir l'eau autour de lui et à la rapprocher, lorsqu'elle en est écartée par le voisinage de l'autre corps, doit avoir pour effet d'éloigner ces deux corps l'un de l'autre, si aucun obstacle ne s'oppose à cette séparation.

589. *Explication de la première loi.* Nous avons vu, n°. 555, que si l'on plonge en partie une lame de verre dans l'eau, le liquide s'élève le long des deux faces latérales de la lame, que les surfaces des masses d'eau sou-

Digitized by Google

levées, sont courbes et concaves vers le haut, et que l'élévation de l'eau dont il s'agit a pour cause une action combinée de celle que le verre exerce sur les molécules d'eau, et d'une autre que les molécules exercent les unes sur les autres.

Pour expliquer la loi qui nous occupe, il importe d'observer que les masses d'eau soulevées par la lame, tendent à lui communiquer du mouvement dans plusieurs sens; elles tendent à faire plonger davantage la lame qui s'enfonce en effet un peu plus, si aucun obstacle ne s'y oppose. Mais indépendamment de cet effort, les deux masses d'eau soulevées en exercent encore deux autres dans le sens horizontal; et c'est parce que ces forces sont égales et opposées que, dans les expériences dont il s'agit, la lame reste verticale. Chacune des deux masses d'eau soulevées tire la lame de son côté, et tend à la faire mouvoir dans le sens horizontal, précisément comme feroient deux chaînes pesantes suspendues à la place des masses d'eau soulevées, et retenues à deux points fixes.

Cela posé, si ayant plongé en partie dans l'eau deux lames de verre, de manière que leurs faces soient parallèles, on les appro-

Digitized by Google

che l'une de l'autre, jusqu'à ce que les origines des masses d'eau qu'elles soulèvent entr'elles se confondent en une même ligne droite, il est évident que ces deux lames resteront en équilibre, parce que rien n'aura changé par rapport à elles. Mais si l'on continue d'approcher les deux lames, et que les volumes des masses d'eau soulevées, soient forcées de se pénétrer réciproquement, les deux lames de verre ne resteront pas verticales; elles se porteront l'une vers l'autre, comme si elles s'attiroient réciproquement. Car en considérant la masse d'eau soulevée, comme faisant l'effet d'une chaîne suspendue aux deux lames, on peut supposer qu'ici ces deux chaînes se sont croisées, et que la masse des deux parties supprimées a été distribuée d'une manière à-peu-près uniforme au reste de la chaîne. La nouvelle chaîne qui en résulte, est d'un poids variable; mais le poids des élémens du milieu est augmenté en plus grand rapport que celui des élémens plus voisins des poids de suspension, et l'effort que fait cette chaîne pour approcher les deux lames, est plus grand que dans le cas où les chaînes ne se croisent pas. Or, dans ce dernier cas, il

Digitized by Google

y avoit équilibre : donc, dans le cas précédent, cet équilibre doit être rompu, et les deux lames doivent être tirées l'une vers l'autre par l'action de l'eau qu'elles soulèvent entr'elles.

Ainsi, lorsque deux lames en partie plongées dans un liquide capable de les mouiller, sont séparées par un intervalle capillaire, elles se portent l'une vers l'autre, non en vertu d'aucune attraction immédiate, puisque si l'on venoit à supprimer le liquide, elles resteroient à la même distance, et n'auroient aucune tendance à s'approcher ; mais en vertu de l'action qu'elles exercent sur le liquide qui les mouille, et qui fait l'office d'une chaîne pesante attachée aux deux lames, et d'autant plus tendue que l'intervalle est plus capillaire.

590. Ce que nous venons de dire par rapport à deux lames planes, peut évidemment s'appliquer à deux corps flottans de figure quelconque, séparés par un intervalle capillaire, et susceptibles d'être mouillés par le liquide qui les porte; d'où il résulte que lorsque, dans ces circonstances, deux corps s'approchent et adhèrent entre eux, ce n'est pas en vertu d'une attraction immédiate qu'ils exercent l'un sur l'autre.

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

Du phénomène de la cristallisation.

591. Les minéraux se présentent assez souvent sous la forme de polyèdres réguliers. L'opération de la nature qui donne naissance à ces corps, se nomme cristallisation.

592. Pour en avoir une idée claire, il importe de remarquer que l'eau entraîne des substances dont les molécules, d'abord séparées de la masse, s'unissent ensuite, quoique foiblement, en vertu de l'attraction, à des molécules du fluide, sans que l'on puisse les y appercevoir.

A mesure que l'eau s'évapore, les molécules des substances étrangères au fluide s'attirent réciproquement par des forces qui dépendent de la masse, de la distance qui les sépare, et probablement de leur figure. Elles s'approchent, s'unissent et adhèrent l'une à l'autre; leur union se fait par le contact de certaines faces, qui ont entr'elles plus d'attraction que les autres. Ces molécules réunies forment des polyèdres réguliers, à travers lesquels le fluide s'élève et s'interpose entre

Digitized by Google

leurs molécules, de manière que la force d'agrégation des cristaux qui se forment, est due principalement à la capillarité, tandis que dans les solides qui n'ont pas de fluide interposé, elle est exclusivement le résultat de l'attraction.

593. Ce n'est que dans certaines circonstances que les molécules d'un minéral dissous dans un fluide, forment des cristaux par leur réunion. Ces circonstances sont l'espace, le temps et le repos.

594. Si les molécules sont resserrées dans un espace trop étroit, leur mouvement n'est point libre; elles ne peuvent prendre la place que leur marque la force attractive; la cristallisation se fait confusément, et les cristaux sont mêlés ensemble.

595. Lorsqu'un obstacle quelconque empêche que la structure des cristaux ne s'achève, cette structure reste imparfaite par défaut de temps.

596. Enfin, si le fluide est agité, les cristaux à peine ébauchés se précipitent au fond, s'accumulent les uns sur les autres, et forment des groupes qui n'offrent aux regards de l'observateur qu'une cristallisation imparfaite.

Digitized by Google

597. Romé de Lisle et Bergman s'étoient occupés, il est vrai, avec quelque succès, de la structure des cristaux, nos. 31 et 32. Haüy, secondé d'un talent rare et d'un travail opiniâtre, s'est frayé sur cet objet une route aussi nouvelle que brillante, qui l'a conduit à dévoiler parfaitement le mystère de la cristallisation.

598. La belle théorie que nous devons à ce célèbre physicien, a jeté un grand jour sur la plupart des sciences naturelles; elle est le fil qui conduit le minéralogiste à travers une infinie variété de formes dans lesquelles il se perdroit infailliblement sans son secours.

599. Elle est précieuse au chimiste qui imite la nature dans la formation des cristaux, et qui les fait entrer dans le calcul des attractions chimiques.

600. Elle offre enfin au physicien l'explication la plus satisfaisante d'un phénomène remarquable qui avoit été regardé jusqu'ici comme un caprice de la nature. Ce phénomène consiste en ce que des cristaux, composés chimiquement des mêmes élémens, affectent constamment une figure différente, tandis que des cristaux originaires

Digitized by Google

de différentes substances se présentent sous la même forme. La théorie de la cristallisation, considérée sous ce dernier rapport, appartient entièrement à la physique, et mérite conséquemment d'occuper une place distinguée dans ce Traité élémentaire.

Tableau abrégé de la théorie de la cristallisation.

601. Ce n'est point par la forme extérieure d'un cristal qu'on peut juger de celle qui lui est essentielle. Il faut, pour parvenir à cette connoissance, faire une espèce d'analyse physique du cristal, et reconnoître les figures des parties qui le composent.

Les cristaux sont composés de lames ; on les sépare les unes des autres à la faveur d'un instrument, en suivant leurs joints naturels. On reconnoît ces joints en ce que les lames qu'ils séparent présentent le poli de la nature. Il s'annonce quelquefois dans le cristal avant la fracture, par des stries, par des glaces, ou par des matières étrangères interposées. Lorsqu'on ne suit pas les joints naturels, au lieu de séparer les lames, on brise le cristal, et on obtient, pour résultat de la

Digitized by Google

cassure, des fragmens qui n'offrent aucun trait de régularité.

602. Dans un cristal quelconque, il faut distinguer avec soin, 1°. les molécules intégrantes ; 2°. les formes primitives ; 3°. les formes secondaires.

Molécules intégrantes.

603. Les lames des cristaux sont composées de molécules intégrantes qui ont des figures régulières. Ces molécules sont nécessairement similaires ; mais elles ne sont pas toujours assemblées de la même manière. quelquefois elles se joignent face à face; quelquefois elles ne sont unies que par les bords, laissant entr'elles quelques vides.

Les molécules intégrantes peuvent se réduire à trois ; savoir :

604. 1°. Le parallélipipède, le plus simple des solides, dont les faces sont parallèles deux à deux, et au nombre de six.

605. 2°. Le prisme triangulaire, le plus simple des prismes.

606. 3°. Le tétraèdre, la plus simple des pyramides.

Digitized by Google

Formes primitives.

607. La forme primitive est celle que l'on obtient par des sections faites sur toutes les parties semblables d'un cristal; elle en est proprement le noyau.

Les formes primitives peuvent se réduire à six; savoir :

608. 1°. Le parallélipipède qui comprend le cube, le rhomboïde, et tous les solides terminés par six faces parallèles deux à deux.

609. 2°. Le tétraèdre régulier.

610. 3°. L'octaèdre à faces triangulaires.

611. 4°. Le prisme hexagonal.

612. 5°. Le dodécaèdre à plans rhombes.

613. 6°. Le dodécaèdre à plans triangulaires isocèles.

614. Parmi les formes, il y en a qui se retrouvent comme noyau avec les mêmes angles dans divers minéraux; car la même forme de noyau peut être produite, dans la première espèce, par tels élémens; dans une seconde espèce, par d'autres élémens. Ces formes de noyau ont un caractère de perfection et de régularité, comme dans le cube et l'octaèdre régulier : ce sont des limites

Digitized by Google

auxquelles la nature semble arriver par des routes différentes.

Formes secondaires.

615. Les formes secondaires résultent d'une superposition de lames qui masque la forme primitive, et qui donne naissance à divers polyèdres réguliers. Ces polyèdres, quoique formés de lames similaires, diffèrent du noyau ou des solides qu'ils enveloppent.

616. Cette modification de figures est le résultat d'un décroissement régulier par soustraction d'une ou de plusieurs rangées de molécules intégrantes.

617. Il y a plusieurs sortes de décroissemens, dont il importe de parler séparément.

Décroissemens simples.

618. Dans les décroissemens qui se font sur les bords, c'est-à-dire, parallèlement aux arêtes de la figure primitive, les plus simples sont ceux où il manque aux bords de chacune des lames de superposition une rangée de molécules, qui est de plus dans la lame précédente. Ainsi les lames de super-

Digitized by Google

position forment une pyramide terminée en pointe. S'il y a dans chaque lame de superposition deux ou trois ou quatre rangées de molécules en moins que dans la rangée précédente, la pyramide est moins élevée, parce que le décroissement est plus rapide : les pyramides qui en résultent ont néanmoins un caractère d'irrégularité.

Décroissemens inégaux.

619. Les décroissemens sont inégaux, lorsque les lames de superposition décroissent d'un côté par un plus grand nombre de rangées de molécules intégrantes que du côté opposé. Les pyramides qui en résultent sont alors évidemment irrégulières.

Décroissemens sur les côtés.

620. En supposant les molécules intégrantes des cristaux de figures approchantes du cube ou du parallélogramme, et rangées de file en se touchant les unes les autres par les côtés; lorsque les décroissemens se font par leurs côtés, les bords des lames sont toujours terminés par les côtés des molécules intégrantes, et ces molécules se touchent

Digitized by Google

les unes les autres sans laisser de vide entre elles.

Décroissemens sur les angles.

621. Si les décroissemens des lames de superposition se font sur les angles, les molécules intégrantes présentent leurs angles sur les bords décroissans des lames, parce que, dans cette direction, les molécules intégrantes se touchent par leurs angles, et non par leurs côtés. Ainsi les surfaces auxquelles les angles saillans aboutissent ne peuvent pas être unies, puisqu'il y a nécessairement des cavités entr'elles; mais comme les molécules organiques sont très-petites, ces cavités ont si peu d'étendue, qu'elles sont insensibles à l'œil.

622. Dans les décroissemens sur les angles d'un noyau cubique, la première lame de superposition a une molécule intégrante de moins que la dernière lame du cube, à chacun de ses angles.

623. La seconde lame de superposition a trois molécules intégrantes de moins que la précédente; ces trois molécules auroient formé une file de quatre qui se seroient touchées par les angles.

Digitized by Google

624. Dans la troisième lame de superposition, il manque encore une file, qui auroit été composée de neuf molécules intégrantes. Ces décroissemens diminuent de plus en plus le nombre des molécules des lames de superposition, jusqu'à ce qu'il soit réduit à une seule, qui forme la pointe d'une pyramide à quatre faces. Chacune de ces faces a une figure quadrilatère, y compris la molécule des angles solides du cube, qui fait le noyau du cristal. Ces quadrilatères sont au nombre de trois autour de chacun des huit angles solides du noyau. Les quadrilatères sont sur un même plan, et forment une figure triangulaire. Il résulte de ces huit faces un octaèdre à deux pyramides à quatre faces.

625. Si l'on n'avoit égard qu'aux molécules intégrantes qui terminent les lames de superposition, après leur décroissement, il resteroit un vide au milieu de chacune des arêtes de l'octaèdre; mais ces vides sont remplis par des molécules que les premières lames de superposition doivent avoir de plus que la dernière lame du noyau, pour le couvrir aux endroits de ses quatre côtés.

Digitized by Google

Décroissemens intermédiaires.

626. Ces décroissemens ne sont parallèles ni aux diagonales, ni aux côtés d'un noyau composé de cubes. Cela vient de ce que les parties intégrantes qui manquent dans les lames de superposition ne sont pas quarrées, mais oblongues, parce qu'elles comprennent deux, trois, quatre, &c. molécules cubiques placées l'une à côté de l'autre dans la direction d'une arête du cube. Aucune des diagonales de ces figures oblongues ne peut être parallèle avec les diagonales du décroissement par les angles d'un cube divisé par quarrés; c'est pourquoi Haüy regarde la direction du décroissement dont il s'agit comme intermédiaire entre la diagonale et les arêtes.

Décroissemens mixtes.

627. Il arrive quelquefois qu'il y a plus d'une rangée de molécules intégrantes de plus ou de moins, soit en hauteur, soit en largeur; par exemple, deux rangées dans un sens et trois dans l'autre, ou trois dans un sens et quatre dans l'autre, &c. c'est un décroissement mixte.

Digitized by Google

Ces décroissemens sont rares, et n'ont encore été reconnus que dans quelques cristaux métalliques; mais on conçoit aisément qu'ils doivent changer la valeur des angles.

628. Ces loix de décroissement expliquent la structure de toutes les modifications sous lesquelles se présentent les cristaux. Tantôt les décroissemens se font à-la-fois sur tous les côtés ou tous les angles, comme dans les dodécaèdres à plans rhombes, dans les octaèdres venant du cube; tantôt sur certains côtés, ou sur certains angles; tantôt ils sont uniformes par une, deux, trois rangées, &c. tantôt la loi varie d'un côté à l'autre, d'un angle à l'autre; tantôt les décroissemens sur les côtés concourent avec les décroissemens sur les angles; tantôt un même côté, un même angle, subit successivement plusieurs loix de décroissement; tantôt enfin le cristal secondaire a des faces parallèles à celles de la forme primitive, et qui produisent de nouvelles modifications, en se combinant avec les faces résultant des décroissemens. De-là la distinction de *formes secondaires simples*, celles qui sont dues à une loi unique, dont l'effet est de masquer complètement le noyau; et *formes secondaires com-*

Digitized by Google

posées, celles qui résultent de plusieurs loix simultanées, ou d'une seule loi qui n'a pas atteint sa limite, de sorte qu'il reste des faces parallèles à celles du noyau.

629. Il suit de ce que nous avons dit, 1°. que des molécules de différentes figures peuvent s'arranger de manière à former des polyèdres semblables dans différentes espèces de minéraux. Ainsi le dodécaèdre du fluate calcaire, ou spath fluor, est un assemblage de petits tétraèdres réguliers, ou à faces équilatérales; et les molécules du grenat forment un dodécaèdre à plans rhombes, avec de petits tétraèdres à faces triangulaires isocèles.

630. 2°. Des molécules similaires peuvent produire une même forme cristalline par des loix différentes de décroissement.

631. 3°. Il peut exister un cristal parfaitement semblable au noyau, quoique formé en vertu d'une loi simple de décroissement. Haüy a été conduit à ce résultat par le calcul.

632. 4°. Le cube fait quelquefois fonction de rhomboïde, comme on le voit dans le fer de Framont; et quand il a ainsi commencé, il continue dans toutes les cristallisations

Digitized by Google

de la même substance. Il en est de même quand il fait fonction de parallélipipède.

633. 5°. Le solide intérieur auquel on arrive par la dissection d'un cristal n'en est pas rigoureusement le noyau. Ainsi le cube qu'on découvre dans le dodécaèdre a lui-même pour noyau une molécule cubique plus centrale, autour de laquelle il est probable qu'il s'est formé d'abord un très-petit dodécaèdre, qui a reçu de nouvelles couches sans changer de figure. Cependant rien n'empêche que la forme primitive grossie ne prenne ensuite une forme secondaire.

Digitized by Google

LIVRE V.

DU CALORIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

Des propriétés du calorique et des lois qui le maîtrisent.

634. Si l'on échauffe un corps quelconque, il augmente de dimensions dans tous les sens. Une tige métallique soumise à l'action de la chaleur, acquiert plus de longueur, plus de largeur et plus de profondeur : l'alkool présenté dans une fiole, à la flamme d'une bougie, reçoit presque subitement une augmentation considérable de volume. Ces expériences répétées sur un grand nombre de corps, soit solides, soit fluides, ont fixé sur cet objet l'opinion des physiciens. Quelques-uns cependant ont essayé de faire souffrir des exceptions à ce principe. Toutes les

Digitized by Google

substances minérales (1), disent-ils, sont soumises à cette loi; mais il existe des substances végétales et animales qui paroissent refuser de s'y soumettre. Une chaleur douce dilate, il est vrai, leurs fibres, les écarte et diminue la densité de leur tissu; mais par une chaleur brusque et forte, le parchemin, les membranes, les tendons se retirent, se resserrent sur eux-mêmes. Ces faits, sur lesquels on se fonde pour restreindre la généralité de ce principe, offrent des résultats dans lesquels se compliquent des circonstances qui en imposent d'abord; mais pour peu qu'on réfléchisse, pour peu qu'on tâche d'isoler les effets, et de les rapporter chacun à la cause qui les a produits, on s'apperçoit facilement que cette propriété qu'ont quelques matières animales et végétales de se retirer par une chaleur forte, tient à une cause étrangère, je veux dire à l'irritabilité et à la contractibilité des fibres, qui augmen-

(1) Nous verrons dans la suite que l'alumine diminue de volume lorsqu'on l'expose à l'action de la chaleur. Cette diminution provient de ce que l'alumine contient de l'eau que l'action du calorique réduit en vapeurs et chasse de la combinaison.

Digitized by Google

tent par la chaleur, tant que l'organisation n'est point détruite, et que conséquemment, la dilatation des corps par la chaleur, est une loi constante et générale.

635. Le refroidissement détruit l'effet que la chaleur avoit fait naître. Pour s'en convaincre, qu'on ramène par degrés un corps dont la chaleur a écarté les molécules, à la même température qu'il avoit avant d'être échauffé. Les molécules se rapprocheront insensiblement les unes des autres : le corps passera par les degrés d'extension qu'il avoit parcourus, et finira par reprendre le même volume qu'il avoit avant d'être échauffé. Ce principe fondé sur des faits que l'expérience n'a jamais démentis, nous fait voir que les molécules des corps se rapprochent en raison du refroidissement qu'on leur fait éprouver : d'où il résulte que si l'on pouvoit produire le froid absolu, les molécules des corps seroient en contact immédiat, et réciproquement que leurs molécules ne pourroient se toucher qu'en leur faisant éprouver le refroidissement le plus grand possible ; or, la production du froid absolu seroit une entreprise ridicule, puisqu'à ce degré de froid, notre existence seroit anéan-

Digitized by Google

tie. Nous ne pouvons donc rapprocher, autant qu'il est possible, les molécules des corps, et conséquemment les molécules d'aucun corps ne se touchent dans la nature.

636. Les phénomènes que nous venons de décrire, nous conduisent à expliquer avec clarté ce que nous entendons par calorique. On ne sauroit les concevoir sans admettre l'existence d'un fluide infiniment subtil, qui tantôt s'insinue dans les pores des corps, et qui tantôt les abandonne pour produire, suivant les circonstances, l'écartement ou le rapprochement des molécules. L'existence de ce fluide n'est pas complètement prouvée ; mais ne fût-elle qu'une hypothèse, nous verrons qu'elle n'en est pas moins propre à expliquer les phénomènes de la nature. C'est à ce fluide, ou réel, ou si l'on veut, hypothétique, que nous donnons le nom de calorique, pour le distinguer du feu qui comprend, d'après son acception ordinaire, le calorique et la lumière.

637. Lorsque le calorique s'introduit dans un corps, il se partage, pour ainsi dire, en deux parties bien distinctes, dont l'une sert à vaincre la cohésion des molécules du corps, et à satisfaire sa tendance pour ce

Digitized by Google

fluide, tandis que l'autre fait équilibre à la température extérieure. Nous appelons la première *calorique combiné*, et la seconde, *calorique interposé*.

638. Le calorique combiné est donc celui qui est enchaîné dans les corps par la force d'attraction, et qui constitue une partie de leur substance, même de leur solidité.

639. Le calorique interposé est celui qui, sans être engagé dans aucune combinaison, se trouve entre les molécules des corps. Un exemple familier rendra sensible la différence qui existe entre ces deux portions de calorique. Un morceau de pain plongé dans l'eau, contient deux portions d'eau bien distinctes; l'une est dans un état de combinaison, et forme une partie constituante du pain; l'autre est seulement interposée entre ses molécules, elle paroît sous forme d'eau, et s'échappe par la pression.

640. Nous distinguons aussi le calorique de la chaleur, parce qu'un physicien ne doit jamais confondre sous la même dénomination, un effet et la cause qui le fait naître.

641. La chaleur n'est autre chose que l'effet produit sur nos organes par le passage du calorique, qui se dégage des corps envi-

Digitized by Google

ronnans. Lorsque je touche un corps froid, le calorique qui, comme tous les fluides, tend toujours à se mettre en équilibre, passe de ma main dans le corps que je touche, et j'éprouve la sensation du froid. Lorsque je touche un corps chaud, le calorique passe du corps à ma main, et sa présence fait naître la sensation de la chaleur.

Mais comment le calorique se met-il en équilibre avec lui-même? Pour expliquer ce phénomène, nous observerons dans ce moment, et nous prouverons bientôt, que des corps hétérogènes égaux, soit en masse, soit en volume, et réduits à la même température, n'absorbent pas toujours la même quantité de calorique dans leur passage à une même, mais plus haute température. Cela posé, voici comment on peut concevoir que l'équilibre s'établit, au moyen de la répartition qui se fait entre différens corps, du calorique cédé par les uns et absorbé par les autres. A mesure que le calorique s'accumule dans ceux-ci, leur attraction pour ce fluide, diminue; c'est en effet une loi bien reconnue de l'attraction, que son action s'affoiblit à mesure que le corps qui l'exerce avance vers son terme de saturation. Les corps qui cèdent

Digitized by Google

de leur calorique éprouvent un effet contraire ; leur attraction pour le calorique, augmente en raison de la perte qu'ils font de ce fluide ; or, c'est au terme où il y a équilibre entre les attractions des différens corps pour le calorique que le systême entier parvient lui-même à l'état d'équilibre.

642. Tous les corps n'offrent pas au calorique un passage également libre et facile.

Première expérience.

Prenez un fil de fer ; présentez une de ses extrémités au foyer de la flamme d'une bougie ; touchez le fil à un point distant sensiblement de cette extrémité. Vous ne tardez pas à éprouver la sensation de la chaleur.

Deuxième expérience.

Prenez un charbon embrasé à une de ses extrémités ; placez votre main à une petite distance de cette même extrémité, vous n'éprouvez pas la sensation de la chaleur.

Ces expériences prouvent que le calorique se propage facilement à travers les molécules du fer, tandis que les molécules du charbon se refusent à son passage. Nous appelons faculté conductrice du calorique,

Digitized by Google

cette propriété qu'ont certains corps de lui offrir un passage facile. Ainsi, nous disons que le fer est un bon conducteur du calorique, et que le charbon est un mauvais conducteur de ce fluide.

643. Parmi les corps connus, les métaux et la plupart des fluides sont de très-bons conducteurs du calorique, mais non pas au même degré. Ingenhouz et plusieurs autres physiciens, ont cherché à déterminer dans quel rapport différens métaux jouissent de la faculté conductrice du calorique : mais les résultats de leurs expériences ne sont pas parfaitement satisfaisans. Il seroit à souhaiter qu'on tentât sur cet objet de nouveaux essais faits avec plus de soin et avec plus d'exactitude.

644. Le verre, les résines, le charbon, la soie, la laine, la paille, &c. résistent plus ou moins au passage du calorique.

645. La propriété qu'ont certains corps de céder ou de résister au passage du calorique, a donné naissance à un grand nombre d'applications utiles aux arts, aux usages même les plus ordinaires de la société.

646. 1°. On peut faire un emploi très-avantageux du calorique, en renfermant les

Digitized by Google

corps embrasés dans des vaisseaux qui soient mauvais conducteurs de ce fluide. Ainsi, on construit des fourneaux économiques avec un mélange d'argile et de charbon, en observant que la première couche intérieure soit entièrement argileuse pour la garantir des atteintes du calorique ; ainsi, on concentre le calorique dans des vases de verre plongés dans un bain de poudre charbonneuse : ainsi, des charbons embrasés conservent plus long-temps leur activité sur des réchauds d'argile, que sur des réchauds métalliques.

647. 2°. Pour conserver la glace dans des lieux souterrains, on la fait reposer sur une couche de paille ; c'est une espèce de barrière qui met la glace à l'abri des atteintes de la chaleur centrale qui, étant constamment de 11 degrés $\frac{1}{2}$ (échelle centigrade), seroit plus que suffisante pour la fondre.

648. 3°. Les jardiniers ont soin de couvrir de paille les fleurs et les fruits qu'ils veulent préserver de l'influence d'un froid trop rigoureux. Ils manqueroient leur but, s'ils employoient pour cet objet une enveloppe métallique.

649. 4°. Pendant les rigueurs de l'hiver,

Digitized by Google

la laine et particulièrement la soie, conservent à notre corps le calorique que l'air environnant est avide de lui enlever.

650. 5°. On peut économiser le combustible dans un appartement auquel on veut donner une douce et constante température, en employant, pour construire le tuyau adapté au poêle qui renferme le combustible, des substances qui propagent difficilement le calorique. Si l'on vouloit jouir d'une chaleur prompte et de peu de durée, il faudroit faire usage des meilleurs conducteurs du calorique pour la construction du tuyau.

651. C'est encore au passage du calorique d'un corps dans un autre qu'est due, suivant les circonstances, une dilatation ou une condensation dans les liquides employés à la construction du thermomètre, c'est-à-dire d'un instrument qui sert à mesurer les degrés de chaleur.

652. C'est à un physicien hollandais, nommé Drebbel, que nous devons l'invention du thermomètre. Celui qu'il imagina consiste en un tube de verre terminé par une boule, et ouvert à sa partie inférieure; on le plonge par cette ouverture dans une liqueur colorée, on applique la main sur la

Digitized by Google

boule ; leur intérieur s'échauffe, se dilate et force une partie de cet air de s'échapper à travers la liqueur ; on retire la main, l'air qui reste se condense par le refroidissement ; et la pression de l'air extérieur détermine la liqueur de s'élever dans le tube jusqu'à une certaine hauteur. S'il arrive alors une augmentation de chaleur, l'air intérieur se dilate et fait descendre la liqueur ; une diminution de chaleur produit un effet contraire, de manière que les variations dans la hauteur de la colonne suspendue dans le tube, indiqueroient les variations dans la chaleur de l'air environnant, si la pression de l'atmosphère étoit constante ; mais comme cette pression éprouve des altérations qui influent, suivant les circonstances, sur l'ascension ou sur l'abaissement de la liqueur, il en résulte qu'un thermomètre, construit d'après ces principes, ne peut donner que des indices très-équivoques sur la chaleur de l'atmosphère.

653. Pour corriger ce défaut, les académiciens de Florence imaginèrent de sceller hermétiquement par le haut un tube de verre terminé de même par une boule, après l'avoir rempli d'une liqueur colorée jusques vers le milieu de sa hauteur. Ce tube étoit

Digitized by Google

appliqué sur une planche graduée, et l'on jugeoit de la dilatation ou de la contraction de la liqueur par le nombre des degrés parcourus. Mais comme tout étoit arbitraire, et dans la construction de l'instrument, et dans la division de l'échelle, deux thermomètres construits de cette manière parloient chacun un langage différent, qui les rendoit incomparables.

654. Il falloit, pour rendre les thermomètres comparables, que les limites de l'échelle fussent invariables, et conséquemment qu'elles fussent prises dans la nature. Réaumur a rempli cet objet dans la construction d'un thermomètre, que les physiciens de son temps accueillirent avec transport. Le terme de départ de l'échelle est fixé par le point où s'arrête la liqueur dans le tube plongé dans la glace fondante, et la limite opposée est rapportée à la chaleur de l'eau bouillante. Les deux limites ont ainsi les caractères d'une véritable unité, qui doit conséquemment être soumise à la division décimale. La distance comprise entre les deux limites, est divisée en cent parties égales, et la division continue au-dessous de zéro.

Digitized by Google

655. Pendant long-temps on a employé l'alcool pour la construction des thermomètres. Ce fluide diffère de lui-même, suivant la différence des substances dont on le tire; il perd en vieillissant une partie de ses propriétés, et les dilatations qu'il éprouve ne sont pas proportionnelles aux quantités de calorique qui leur donnent naissance. Le mercure ne présente pas de semblables inconvéniens; ce fluide bien purifié est constamment homogène, et nous verrons bientôt que les dilatations qu'il éprouve sont au moins, depuis zéro jusqu'au degré de l'eau bouillante, sensiblement proportionnelles aux quantités de calorique qui les produisent. Les thermomètres à mercure méritent donc la préférence sur les thermomètres à alcool, qui ne peuvent servir utilement que dans le cas où l'on voudroit faire des observations par un froid artificiel plus grand que celui de 32 degrés, qui détermine la congélation du mercure.

656. Lorsqu'on plonge subitement un thermomètre dans un fluide plus chaud, le calorique s'élance du fluide vers le tube qu'il dilate avant de pénétrer le mercure suspendu dans le tube. Le volume du tube augmente

Digitized by Google

donc avant qu'il se produise la moindre dilatation dans le mercure, qui conséquemment doit descendre; mais bientôt après le calorique se communique au mercure qui, étant plus dilatable que le verre, doit s'élever sensiblement. Le contraire arrive lorsqu'on plonge un thermomètre dans une liqueur plus froide. Le verre se condense le premier, et le mercure éprouve une ascension momentanée; bientôt après le mercure se condense beaucoup plus que le verre, et il doit résulter de cette différence une dépression sensible du mercure.

On voit par-là pourquoi un verre épais et vide, qu'on présente à l'action d'une vive chaleur, se casse subitement. Le calorique pénètre d'abord la surface extérieure du verre et la dilate, tandis que la surface intérieure conserve encore le même volume: les parties du verre éprouvent donc une dilatation inégale qui doit occasionner une rupture. Si le verre est mince, le calorique pénètre presqu'en même temps sa surface extérieure et sa surface intérieure; il se produit une dilatation égale de parties qui éloigne le danger de la cassure.

657. Nous avons dit qu'on divisoit l'é-

Digitized by Google

chelle du thermomètre en parties égales, qu'on appelle degrés. Ces degrés, isolés ou rassemblés, constituent la *température*.

658. La *température* d'un corps n'est donc autre chose que la mesure des dilatations qu'éprouvent les fluides qu'on emploie à la construction des thermomètres, lorsqu'après avoir obéi aux attractions plus ou moins fortes qui le maîtrisent, le calorique s'est enfin mis en équilibre.

659. Les physiciens avoient attaché jusqu'ici au mot température des idées fausses ou obscures, qui n'ont servi qu'à répandre et à accréditer des erreurs. 1°. Quelques-uns ont cru pouvoir fixer avec sécurité la température réelle des corps. Une des conditions essentielles pour remplir cet important objet seroit d'avoir un thermomètre dont les divisions se rapportassent exactement aux quantités égales de calorique qu'on lui communiqueroit, ou, pour parler plus clairement, dont les divisions fussent fixées par ses dilatations produites en vertu d'une communication successive de quantités égales de calorique. On marqueroit alors sur le thermomètre le *zéro réel*, c'est-à-dire, l'instant où les molécules solides, totalement

Digitized by Google

privées de calorique interposé, se toucheroient par autant de points qu'il leur seroit possible de se toucher. En continuant ainsi la division, on auroit la véritable température des corps; mais le point d'où nous partons pour diviser nos thermomètres, n'est pas celui où les molécules des corps dont nous nous servons pour les construire se touchent par autant de points qu'il leur est possible de se toucher. Il n'exprime donc pas le *zéro réel;* il désigne seulement le *zéro thermométrique*, c'est-à-dire, le degré de dilatation où s'arrête le mercure lorsqu'on plonge un thermomètre dans la glace fondante. Les degrés de nos thermomètres ne sont donc que des fractions inconnues de la température réelle; et conséquemment, dans l'état actuel de nos connoissances, on présente une idée fausse, en disant que la température d'un corps est double ou triple de celle d'un autre.

660. On a regardé pendant long-temps, et on regarde peut-être encore, le thermomètre comme une mesure exacte de la chaleur. Cette propriété ne convient pas au thermomètre, soit qu'on considère le mot chaleur comme synonyme du mot calori-

Digitized by Google

que, soit qu'on lui fasse exprimer la sensation que fait naître la présence du calorique. Dans le premier cas, le thermomètre pourroit-il être une mesure exacte de la chaleur? Il ne peut indiquer le calorique combiné, puisqu'en supposant les circonstances les plus favorables, il est absolument impossible de déterminer la quantité de calorique, qui est combinée avec les molécules des corps solides. Il ne peut pas non plus mesurer le calorique interposé; car lorsque le mercure s'élève dans le tube, c'est sans doute une preuve qu'il y a du calorique interposé qui se répand dans les corps environnans; le thermomètre, qui est un de ces corps, en reçoit sa portion, en raison de sa masse et de la capacité qu'il a pour admettre le calorique: l'ascension du mercure dans le tube n'indique donc que la portion de calorique qu'il a reçue, mais il ne mesure pas la quantité totale qui s'est dégagée: le thermomètre ne peut donc mesurer ni le calorique combiné, ni le calorique interposé, et conséquemment il ne peut être une mesure exacte de la chaleur, en supposant que ce mot soit synonyme du mot calorique. Si l'on se sert du mot chaleur pour exprimer la sensation,

Digitized by Google

peut-on dire que le thermomètre la mesure exactement ? S'il en étoit ainsi, deux corps quelconques, réduits à la même température, donneroient naissance à des sensations de chaleur qui auroient le même degré d'activité ; ce qui est contraire à l'expérience, puisqu'un morceau de marbre, par exemple, nous paroît plus froid qu'un morceau de bois, lors même que ces deux corps sont réduits à la même température.

661. Pour élever du même nombre de degrés la température de deux corps hétérogènes égaux, soit en masse, soit en volume, il faut presque toujours leur communiquer d'inégales quantités de calorique. Si, par exemple, il faut communiquer à un demi-kilogr. (une liv.) d'eau une quantité de calorique représentée par le nombre 8, pour élever sa température depuis le deuxième degré du thermomètre à mercure jusqu'au soixantième, il ne faudra, pour élever de même la température d'un demi-kilogr. (une liv.) de limaille de fer depuis le deuxième degré du thermomètre à mercure jusqu'au soixantième, qu'une quantité de calorique représentée par le nombre 1. L'expérience atteste cette vérité, et il en

Digitized by Google

résulte que pour produire le même changement de température dans des poids égaux d'eau et de fer, il faut communiquer à l'eau huit fois plus de calorique qu'au fer. C'est la représentation de ces quantités de calorique qu'il faut communiquer à des poids égaux de substances hétérogènes, pour opérer le même changement dans leur température, que nous désignons par *capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules*, ou plus simplement par le mot *capacité*. La *capacité* des corps est donc une mesure qui nous indique la quantité de calorique qu'il faut leur communiquer pour élever leur température d'un certain nombre de degrés, pourvu cependant que ces corps ne changent point d'état pendant cette augmentation de température. Ainsi, dans l'exemple cité ci-dessus, nous disons que la capacité de l'eau est à celle du fer depuis le deuxième degré du thermomètre à mercure jusqu'au soixantième, comme 8 à 1.

662. Des poids égaux de corps hétérogènes qui reçoivent d'égales quantités de calorique, éprouvent un changement de température qui est en raison inverse de leur capacité. Pour établir cette vérité, sup-

Digitized by Google

posons deux corps A et B, dont les capacités soient entr'elles comme 4 à 1. Communiquons à des poids égaux de ces corps hétérogènes d'égales quantités de calorique; si cette quantité de calorique augmente la température de A d'un degré, la température de B se trouvera augmentée de quatre degrés par cette addition de calorique, et conséquemment l'augmentation de température dans le corps A sera à l'augmentation de température dans le corps B comme 1 à 4; mais la capacité du corps A est à la capacité du corps B comme 4 à 1; donc leur changement de température est en raison inverse de leur capacité.

663. Pour déterminer la capacité de différens corps, il faut les considérer comme ayant des poids égaux et des températures semblables, ou comme ayant des volumes égaux et même température; et la différence entre les résultats de ces comparaisons, sera comme la différence qui se trouve entre les pesanteurs spécifiques des substances comparées.

664. Les physiciens qui se sont occupés de déterminer la capacité des corps, se sont servis jusqu'ici, dans la fixation de leur rap-

Digitized by Google

port, de l'égalité des poids. Si on vouloit l'établir sur l'égalité des volumes, il faudroit absolument l'énoncer. Cette explication est inutile, lorsque la détermination des capacités est fondée sur l'égalité des poids.

665. Deux corps égaux, soit en masse, soit en volume, et réduits à la même température, contiennent presque toujours d'inégales quantités de calorique. Nous désignons chacune de ces quantités par l'expression *calorique spécifique*, qui conséquemment comprend le calorique interposé et le calorique combiné, et qui indique la quantité totale de calorique que contient un corps dont la température est déterminée, relativement à celle que contient un autre corps égal en masse, et réduit à la même température. Nous disons donc, lorsque deux corps hétérogènes égaux en masse, et ayant la même température, contiennent d'inégales quantités de calorique, que le calorique spécifique de l'un est à celui de l'autre comme tel nombre est à tel autre.

666. De ce que nous venons de dire, il résulte, 1°. que les expressions *température*, *capacité* et *calorique spécifique*, sont des dénominations affectées à des nombres abs-

Digitized by Google

traits, qui peuvent servir à établir des rapports, et conséquemment à fixer des mesures.

667. 2°. Que les expressions *calorique combiné* et *calorique interposé* sont des expressions employées pour désigner des *manières d'être du calorique.*

668. Le mercure éprouve, dans le thermomètre, des dilatations et des condensations qui, depuis o jusqu'à 100 degrés (échelle centigrade), sont à-peu-près proportionnelles aux parties de calorique qu'on lui communique. Je veux dire que si, pour dilater le mercure depuis le deuxième degré du thermomètre jusqu'au troisième, il faut lui communiquer une quantité de calorique exprimé par le nombre 3, il faudra lui communiquer la même quantité de *calorique* pour le dilater depuis le trentième jusqu'au trente-unième degré. Aucune expérience décisive ne justifie pleinement cette assertion. Il est néanmoins vraisemblable qu'elle ne s'éloigne pas sensiblement de la vérité.

669. La capacité d'un corps est permanente, lorsque la même quantité de calorique, qui élève sa température d'un certain nombre de degrés (mesurés sur un thermo-

Digitized by Google

mètre, dont les dilatations sont proportionnelles aux augmentations de calorique), l'élève du même nombre de degrés à toute autre température; au contraire, la capacité est augmentée ou diminuée, lorsqu'après ce changement il faut lui communiquer plus ou moins de calorique pour qu'il fasse éprouver la même dilatation au mercure du thermomètre. Un exemple jettera du jour sur cette définition. Supposons qu'il faille communiquer à un poids donné d'eau, une quantité de calorique exprimée par le nombre 8, pour élever sa *température* depuis le premier degré du thermomètre à mercure, jusqu'au neuvième : s'il faut ensuite, pour élever la température de cette même quantité d'eau, depuis le 31e degré jusqu'au 39e, lui communiquer une quantité de calorique également exprimée par le nombre 8, nous pourrons dire que la capacité de l'eau est permanente, depuis le terme de sa congélation jusqu'à celui de son ébullition; mais si la quantité de calorique nécessaire pour élever la température de l'eau, depuis le 31e degré jusqu'au 39e, étoit plus grande que celle qu'il faut lui communiquer pour élever sa température depuis le 1er degré jusqu'au 9e,

Digitized by Google

nous dirions que la capacité de l'eau va continuellement en croissant, depuis le terme de sa congélation jusqu'à celui de sa vaporisation; et, dans le cas contraire, nous dirions que, dans la même échelle, la capacité de l'eau est décroissante.

670. Aucune expérience n'indique encore avec exactitude la marche des *capacités*. Sont-elles ou ne sont-elles pas permanentes tant que les corps ne changent pas d'état? C'est un problême qu'il n'est pas encore possible de résoudre d'une manière satisfaisante. Dans l'état actuel de nos connoissances, on ne peut former que des conjectures sur cet objet. La négative paroît pourtant fondée sur un plus grand nombre de probabilités.

671. On connoît deux moyens de déterminer la capacité; le premier, que nous devons au docteur *Crawford*, consiste à mêler ensemble des poids ou des volumes égaux de substances hétérogènes, dont les *températures* sont différentes, et à observer la température du mélange; les capacités sont alors en raison inverse des changemens de température.

Digitized by Google

Troisième expérience.

Prenez un demi-kilogr. (une liv.) d'eau à 1 degré, et un demi-kilogr. (une liv.) de limaille de fer à 10 degrés, mêlez-les ensemble. La température du mélange est de 2 degrés.

Cette expérience prouve que la même quantité de calorique, qui élève la température d'un demi-kilogr. de fer de 8 degrés, ne peut élever celle d'un demi-kilogr. d'eau que d'un seul degré; d'où il résulte, ainsi que nous l'avons déjà vu, que la capacité de l'eau est à celle du fer, comme 8 à 1; mais nous venons de voir que les changemens de température étoient dans ces deux substances comme 1 à 8. On peut donc conclure qu'en se servant de cette méthode, c'est-à-dire en mêlant des poids égaux de substances hétérogènes ayant différentes températures, et en observant la température du mélange, les capacités de ces substances sont en raison inverse de leur changement de température.

672. La seconde méthode que nous devons à Lavoisier et à Laplace, consiste à échauffer les corps, à les placer ensuite au milieu d'une sphère creuse de glace, et à rassembler la quantité d'eau formée; les *capa-*

Digitized by Google

cités sont alors en raison directe des quantités de glace fondue.

Quatrième expérience.

On met un demi-kilogr. (une liv.) d'eau à 60 degrés dans une sphère creuse de glace, ou dans un appareil propre à la représenter. Ce demi-kilogr. d'eau à 60 degrés fait fondre un demi-kilogr. (une liv.) de glace.

Cinquième expérience.

On met dans le même appareil un demi-kilogr. (une liv.) de limaille de fer à 60 degrés. Ce demi-kilogr. de limaille de fer à 60 degrés fait fondre environ 60 grammes (2 onces) de glace.

Ces expériences combinées démontrent que les quantités de glace fondue, par des poids égaux d'eau et de fer qui ont la même température, sont entr'elles comme un demi-kilogr. (une liv.) est à 60 grammes (2 onces), c'est-à-dire comme 16 à 2, ou comme 8 à 1; mais nous avons vu ci-dessus que la capacité de l'eau étoit à celle du fer comme 8 à 1. Nous pouvons donc conclure qu'en se servant de l'appareil à la glace, la capacité des corps sur lesquels on opère, lorsqu'ils sont à la même

Digitized by Google

température et qu'on emploie des poids égaux, sont en raison directe des quantités de glace fondue.

673. Il seroit sans doute difficile de se procurer des sphères de glace creuses, pour faire les dernières expériences que nous venons de rapporter; et quand même on pourroit se les procurer facilement, elles offriroient beaucoup d'inconvéniens dans la pratique. Ces motifs ont engagé Lavoisier et Laplace à y suppléer par un superbe appareil, auquel ils ont donné le nom de *calorimètre*.

Il consiste dans trois corps circulaires presque inscrits les uns dans les autres; de sorte qu'il en résulte trois capacités : la capacité intérieure est formée par un grillage de fil de fer soutenu par quelques montans de même métal; c'est dans cette capacité, dont la partie supérieure se ferme avec un couvercle, qu'on met les corps soumis à l'expérience. La capacité moyenne sert à contenir la glace qui environne la capacité intérieure; cette glace est supportée et retenue par une grille sous laquelle est un tamis; à mesure que la glace fond, l'eau s'échappe à travers la grille et le tamis, et se rassemble dans un vase placé dessous; la capacité extérieure con-

Digitized by Google

tient la glace qui doit empêcher la pénétration de la chaleur extérieure.

Pour faire usage de cette machine, on remplit de glace pilée la capacité moyenne et le couvercle de la sphère intérieure : on en fait autant à la capacité extérieure, de même qu'au couvercle général de toute la machine ; on laisse égoutter la glace intérieure, et lorsqu'elle ne donne plus d'eau, on ouvre le couvercle de la capacité intérieure pour y introduire le corps qu'on veut soumettre à l'expérience, et on le referme sur-le-champ. On attend que le corps soit porté au degré de chaleur 0, température ordinaire de la capacité intérieure, et on pèse la quantité d'eau qui est produite ; ce poids mesure exactement la chaleur dégagée de ce corps, puisque la fonte de la glace n'est que l'effet de cette chaleur. La durée de ces sortes d'expériences est de 15 à 20 heures.

Il importe pour se servir utilement de cette machine, 1°. que la chaleur de l'air ne soit pas au-dessous de 0, puisqu'alors la glace intérieure recevroit un froid sous 0 ; 2°. qu'il n'y ait aucune communication entre la capacité externe et la capacité moyenne. *Voy.* un Mémoire publié par Laplace et Lavoi-

Digitized by Google

sier dans les Recueils académiques, année 1780; il renferme les résultats de leurs belles expériences.

674. Tous les corps exposés à l'action du calorique, absorbent, en se fondant et en se vaporisant, une quantité de calorique qui se combine avec leurs molécules, et qui n'augmente pas leur température; mais lorsqu'ils reviennent à leur premier état, ils perdent une quantité de calorique absolument égale à celle qu'ils avoient précédemment absorbée.

675. C'est sur ce principe généralement reconnu, et dont nous devons la découverte au célèbre Black, que repose la théorie du calorique. Nous aurons bientôt occasion de lui donner le développement qui lui convient.

676. Le calorique est-il une modification de la lumière, ou bien la lumière est-elle une modification du calorique? Il est impossible de résoudre parfaitement ce problême dans l'état actuel de nos connoissances. Ce qu'il y a de certain, c'est que le calorique et la lumière produisent, dans un grand nombre de cas, des effets très-différens. Les phosphores, le diamant, le bois pourri, les matières

Digitized by Google

animales en putréfaction, les insectes et les vers lumineux, offrent souvent une lumière très-vive et très-éclatante, sans exciter sur nos organes aucune sensation qui atteste la présence du calorique. D'un autre côté, presque tous les corps naturels peuvent, sans devenir lumineux, être échauffés à un point de nous faire éprouver la sensation de la chaleur. Ces considérations suffisent pour nous faire distinguer soigneusement la lumière du calorique. Nous conviendrons cependant que ces substances ont des propriétés communes, et que, dans certaines circonstances, elles produisent une partie des mêmes effets; peut-être ne sont-elles qu'un seul et même élément différemment modifié. Voici les motifs sur lesquels le célèbre Sgravesande fonde cette opinion.

1°. Plusieurs corps chauds répandent de la lumière si la chaleur augmente; et la lumière cesse si la chaleur diminue. Un fer incandescent luit; si la chaleur diminue, on n'apperçoit aucune lumière; la fumée se change en flamme, lorsqu'on augmente la chaleur.

2°. Dans les rayons du soleil, la chaleur est intimement unie avec la lumière. Les corps

Digitized by Google

qui réfléchissent la lumière en grande abondance s'échauffent lentement; ceux que la lumière pénètre en plus grande quantité s'échauffent plus promptement, et la lumière, en pénétrant un corps, ne lui communique pas toujours une lumière sensible avec de la chaleur. Différentes pierres calcinées luisent dans l'obscurité, la lumière qu'elles répandent diminue graduellement et finit par s'éteindre; mais on peut la renouveler plusieurs fois, en exposant les corps à l'action des rayons solaires. Plusieurs pierres jouissent de la même propriété sans leur faire éprouver aucune calcination, non-seulement quand on les soumet à l'influence directe des rayons solaires, mais même si on les expose seulement pendant quelque temps à la lumière du jour dans un lieu que le soleil ne pénètre pas directement. Dans toutes ces substances pierreuses, la lumière ne se communique pas sans chaleur; et dans les cas où la chaleur est foible, la lumière communiquée est aussi foible; mais dans d'autres cas, des corps soumis à l'action du soleil, quelque vive qu'elle soit, s'échauffent sans répandre de la lumière.

En vain diroit-on, pour détruire cette

Digitized by Google

opinion, que la lumière de la lune concentrée n'a jamais produit de la chaleur. La lune ne réfléchit qu'une très-petite partie de la lumière qui lui vient du soleil, comme le démontre l'obscurité apparente d'une grande partie de la surface de la lune; et cette petite partie de lumière réfléchie par la lune s'affoiblit ensuite considérablement avant de parvenir jusqu'à nous. Il n'est donc pas étonnant qu'elle ne puisse pas produire une chaleur sensible.

5°. De ce que nous observons tous les jours des corps qui produisent de la chaleur sans produire de la lumière apparente, on ne peut pas conclure qu'il n'y a pas réellement de lumière produite; car souvent une lumière foible ne nous est pas visible, tandis qu'elle frappe vivement les yeux d'un autre; ce qui dépend de la structure des yeux : d'où il résulte qu'il peut y avoir de la lumière, quoiqu'on ne l'apperçoive pas, sur-tout si elle part d'un corps lumineux en trop petite quantité.

De même, la chaleur peut être tellement diminuée dans un corps, qu'elle ne nous soit pas sensible; car il arrive souvent que nous ne sentons pas dans un temps une chaleur

Digitized by Google

qui, quoique diminuée, fait dans un autre temps une impression sensible sur nos organes : nous ne pouvons donc point assurer qu'il n'y a pas de chaleur dans le corps lumineux, quoiqu'elle ne nous soit pas sensible.

CHAPITRE II.

De l'influence du calorique sur la formation des corps solides, liquides et aériformes.

677. En s'accumulant dans les corps, le calorique en écarte les molécules; et lorsqu'il les pénètre jusqu'à un certain point, il leur communique des propriétés toutes nouvelles, telles que la liquidité et la fluidité aériforme. La nature nous offre sans cesse des preuves frappantes de cette vérité; mais, pour ne pas multiplier les exemples, bornons-nous à celui que nous offre l'eau dans son passage de l'état de glace à celui de liquide. Cette espèce de métamorphose a toujours pour cause l'absorption d'une certaine quantité de calorique. Communiquez une nouvelle dose de calorique, l'eau éprouvera une nouvelle transformation; elle perdra la liquidité pour acquérir la fluidité aériforme.

Digitized by Google

De l'eau liquide n'est donc autre chose qu'un composé d'eau solide et d'une dose déterminée de calorique, et de l'eau en vapeur est la même combinaison avec une plus grande quantité de calorique. Cette propriété de l'eau appartient à tous les corps de la nature: ils sont tous susceptibles de passer par ces différens états, à l'aide d'une quantité suffisante de calorique; et s'il existe des corps, tels que le diamant et le cristal de roche, qui aient paru d'abord se refuser à ce passage, cherchons-en la cause dans l'impuissance où nous étions de fournir la quantité de calorique nécessaire à la volatilisation de ces substances.

678. Telle est la théorie de la formation des fluides aériformes. Ils sont tous composés de calorique, et d'une substance avec laquelle le calorique est combiné, et que nous nommons la base. Les fluides aériformes doivent donc porter deux noms, l'un qui exprime leur combinaison aériforme avec le calorique, tel est le mot générique d'air ou de gaz; et le second spécifique, qui désigne la base de chaque gaz.

679. Puisque le calorique dilate tous les corps en écartant leurs molécules, nous pou-

Digitized by Google

vons considérer son effet sur ces mêmes molécules, comme celui d'une force répulsive opposée à la force d'agrégation qui tend sans cesse à les réunir.

Pour mieux suivre le jeu de l'action de ces forces dans la formation des corps tels qu'ils se trouvent dans l'état naturel, c'est-à-dire, à la température et à la pression habituelle qu'ils éprouvent, supposons d'abord tous les corps de la nature entièrement dépouillés de calorique. L'abandon de ce fluide est marqué par le rapprochement de leurs molécules intégrantes; toutes cèdent à la force d'attraction qui les maîtrise; les substances gazeuses perdent la fluidité aériforme, les liquides la liquidité; tous les corps, en un mot, ne présentent aux yeux du physicien qu'un amas de molécules qui se trouvent en contact immédiat. Faisons reparoître le calorique; supposons tous les corps plongés de nouveau dans un bain de ce fluide, et calculons, s'il est possible, les effets qui doivent résulter de sa présence.

680. 1°. Il est clair, d'après les principes établis dans un des chapitres précédens, que tous les corps prendront une portion de calorique, proportionnelle d'abord à leur

Digitized by Google

attraction pour ce fluide, et ensuite à la capacité qu'ils auront pour le contenir : d'où il résulte que ceux même qui auront même masse, s'ils sont de différente espèce, n'en prendront pas également.

681. 2°. Le calorique se combinera, suivant les loix de l'attraction, avec les molécules intégrantes des corps, et leur communiquera une force répulsive opposée à la force d'agrégation. Mais à mesure que cette combinaison s'effectuera, l'attraction des molécules pour le calorique souffrira une diminution telle, que lorsque cette attraction sera parvenue à son terme de saturation, les molécules ne pourront plus admettre entre elles que du calorique libre, tout prêt à s'échapper par le contact des corps dont l'attraction pour le calorique ne sera pas satisfaite.

682. 3°. La force répulsive que fera naître le calorique combiné sera différente dans ces différens corps ; mais dans tous, dans ceux même où elle sera la plus petite possible, l'écartement des molécules intégrantes aura lieu. Car lorsque tous les corps étoient entièrement privés de calorique, leurs molécules intégrantes se touchoient immédiatement ; la force attractive étoit parvenue

Digitized by Google

à son terme de saturation ; la moindre force répulsive est donc suffisante pour la vaincre, et conséquemment pour produire l'écartement des molécules. Mais bientôt après la force d'attraction augmente, et si cette augmentation est telle que la force d'attraction parvienne à égaler la force répulsive, c'est le point où s'établit l'équilibre entre ces deux forces, qui marque le terme de l'écartement des molécules, qui détermine l'état permanent de solidité ou de liquidité des corps à la température et à la pression habituelle qu'ils éprouvent. Mais si la force d'attraction ne parvient pas à égaler la force répulsive, les molécules des corps, cédant à l'impulsion de cette dernière force, souffrent un écartement progressif, qui les fait bientôt sortir de la sphère d'activité où s'exerce la force d'agrégation, et alors les corps acquièrent la fluidité aériforme.

683. La plupart des physiciens expliquent d'une manière différente la formation des corps solides, liquides et aériformes. Les corps, disent-ils, conservent l'état de solidité tant que la force attractive des molécules l'emporte sur la force répulsive communiquée par le calorique ; ils passent à

Digitized by Google

l'état de liquidité au moment où la force attractive égale la force répulsive; ils acquièrent enfin la fluidité aériforme lorsque la force répulsive l'emporte sur la force attractive. Mais si, dans les corps solides, la force attractive domine sur la force répulsive, pourquoi leurs molécules intégrantes ne cèdent-elles pas à l'impulsion de cette force? pourquoi ne se rapprochent-elles pas jusqu'à ce qu'elles soient en contact immédiat? La fluidité aériforme est due, il est vrai, à la supériorité de la force répulsive sur la force attractive, quoique les molécules ne souffrent pas un écartement indéfini. Mais nous verrons bientôt que la pression de l'atmosphère, de concert avec la pesanteur de ces fluides, balance l'excès de la force répulsive sur la force attractive, et détermine la limite de l'écartement des molécules. Cela n'a point lieu pour les corps solides. Il n'existe aucune force extérieure qui puisse balancer l'excès de la force attractive sur la force répulsive, et qui conséquemment puisse s'opposer au rapprochement des molécules, tant que la force attractive sera victorieuse.

684. Quoi qu'il en soit de ces différentes

Digitized by Google

manières d'expliquer la formation des corps solides, des liquides, et des fluides aériformes, il n'en est pas moins vrai que ces trois états des corps sont l'effet du calorique, qui s'unit à leurs molécules intégrantes plus ou moins étroitement, et en plus ou moins grande quantité, suivant leur plus ou moins d'attraction pour ce fluide, suivant leur plus ou moins grande capacité pour le contenir.

685. Dans le passage des solides à l'état de liquidité, il se présente un phénomène qui est une application d'un principe que nous n'avons fait qu'énoncer : il mérite de fixer un instant notre attention. Ce phénomène consiste en ce que les nouvelles quantités de calorique qui surviennent depuis le moment où commence la liquidité, sont absorbées par le corps à mesure qu'il les reçoit, et sont uniquement employées à fondre de nouvelles couches ; de sorte qu'un thermomètre placé dans la glace qui commence à devenir liquide, reste stationnaire au degré zéro, jusqu'à ce que cette glace soit entièrement fondue.

686. Le même phénomène se présente avec les mêmes circonstances dans le passage des liquides à l'état aériforme. Pendant tout

Digitized by Google

le temps qu'un liquide passe à l'état aériforme, les nouvelles quantités de calorique qu'il reçoit sont uniquement employées à convertir de nouvelles couches en fluide élastique; de sorte que la température de l'eau, par exemple, se maintient constamment, dans le cas dont il s'agit, à 100 degrés (échelle centigrade).

687. En supposant que les corps ne fussent soumis qu'à la force attractive et à la force répulsive communiquée par le calorique, ils ne seroient liquides que pendant un instant indivisible; au moment même que la force répulsive l'emporteroit sur la force attractive des molécules intégrantes, les corps passeroient brusquement à l'état aériforme. L'eau, par exemple, commenceroit à bouillir au moment même qu'elle cesse d'être glace; elle se transformeroit subitement en un fluide aériforme, et ses molécules souffriroient un écartement indéfini. Une troisième force, la pression de l'atmosphère, s'oppose à cet écartement; aussi l'eau conserve-t-elle la liquidité depuis 0 jusqu'à 100 degrés du thermomètre décimal. La quantité de calorique qu'elle absorbe dans cet intervalle, n'est pas suffisante pour vaincre la résis-

Digitized by Google

tance qu'oppose à sa vaporisation la pression de l'atmosphère. Sans la pression de l'atmosphère, nous n'aurions donc pas de liquide constant; nous ne verrions les corps dans cet état qu'au moment précis où ils se fondent; la plus légère augmentation de calorique en écarteroit sur-le-champ les molécules, qui iroient se perdre dans l'immensité de l'espace. L'expérience suivante vient à l'appui de cette vérité.

Expérience.

On remplit d'éther (1) un petit vase de verre d'un diamètre de 27 à 30 millimètres (environ un pouce), et d'environ 54 millimètres (2 pouces) de hauteur. On couvre le vase avec une vessie humectée, assujettie au col du vase par un grand nombre de tours de gros fil bien serrés. Pour plus grande sûreté, on remet une seconde vessie par-dessus la première, et on l'assujettit de la même manière. Il faut que le vase soit tout-à-fait rempli d'éther, afin qu'il ne reste aucune

(1) L'éther est une liqueur inflammable, très-volatile, d'une pesanteur spécifique, beaucoup moindre que l'eau et même que l'alcool.

Digitized by Google

portion d'air entre la liqueur et la vessie. On le place ensuite sous le récipient de la machine pneumatique dont le haut est garni d'une boîte à cuir, traversée par une tige dont l'extrémité se termine en une pointe très-aiguë : à ce même récipient, on adapte un baromètre, et pour rendre l'expérience plus complète, on introduit un petit thermomètre dans le vase qui contient l'éther. Tout étant ainsi disposé, on fait le vide dans le récipient; puis en faisant descendre la tige, on crève la vessie.

L'éther commence aussi-tôt à bouillir avec une étonnante activité. On le voit se vaporiser et se transformer en un fluide aériforme, qui occupe bientôt tout le récipient. Si la quantité d'éther est assez considérable pour que, la vaporisation finie, il en reste encore quelques gouttes dans le vase, le fluide aériforme produit par la vaporisation de l'éther, soutient le mercure du baromètre adapté à la machine pneumatique à environ 27 centimètres (10 pouces) pendant l'hiver, et à 64 centimètres (environ 24 pouces) pendant les ardeurs de l'été.

Avant de faire le vide dans le récipient, l'air atmosphérique pesoit sur la surface de

Digitized by Google

l'éther, et opposoit à sa vaporisation un obstacle insurmontable. En faisant le vide, on a supprimé le poids de l'atmosphère : on a donc levé l'obstacle qui empêchoit la volatilisation de l'éther, et ce fluide cédant à l'impulsion de la force répulsive du calorique qui l'emporte sur la force attractive de ses molécules, s'est transformé subitement en un fluide aériforme doué d'une élasticité suffisante pour soutenir le mercure du baromètre à une certaine hauteur.

688. L'éther qui est liquide au degré de température dans lequel nous vivons, seroit constamment à l'état aériforme sans la pression de l'atmosphère. Je dis plus, si la pesanteur de notre atmosphère n'équivaloit qu'à 36 ou 40 centimètres de mercure, au lieu de 76 (28 pouces), nous ne pourrions obtenir l'éther dans l'état liquide, au moins pendant les ardeurs de l'été : il n'est donc pas surprenant que, sur les montagnes élevées où la pression de l'atmosphère est beaucoup moins considérable, on ne puisse conserver l'éther liquide. Pour l'y conserver dans cet état, il faut employer des ballons très-forts pour le condenser, et joindre le refroidissement à la pression. Sans cette

Digitized by Google

double précaution, l'éther passe subitement à l'état aériforme, parce que la pression de l'atmosphère n'oppose pas un obstacle assez puissant à sa volatilisation.

689. C'est un fait généralement reconnu que le sang a un degré de chaleur à-peu-près égal à celui où l'éther passe de l'état liquide à l'état aériforme. L'éther doit donc se vaporiser dans les premières voies, et c'est probablement à sa vaporisation qu'on doit les effets merveilleux auxquels ce remède donne naissance.

690. Le succès de l'expérience est le même, si à la place de l'éther, on emploie l'alcool, l'eau, le mercure, &c. Il y a cependant cette différence, que la quantité du fluide vaporisé est moindre lorsqu'on opère avec l'alcool, que lorsqu'on opère avec l'éther, moins encore avec l'eau, et sur-tout avec le mercure. Cette différence a pour cause le différent degré de volatilité de ces fluides.

691. Tous ces faits, dont il seroit facile de multiplier les exemples, si ceux que nous avons cités n'étoient déja suffisans pour compléter la conviction, nous conduisent à conclure que tous les corps de la nature sont susceptibles d'exister dans trois

Digitized by Google

états différens; dans l'état de solidité, dans l'état de liquidité et dans l'état aériforme, et que ces trois états du même corps, dépendent de la quantité de calorique qui lui est combinée.

692. Parmi les fluides aériformes connus, les uns sont *permanens*, les autres *non-permanens*; les premiers sont ceux avec lesquels le calorique a contracté une union intime; ils conservent leur fluidité aériforme, à quelque température qu'on les élève; c'est pourquoi on les appelle *permanens*. Les fluides aériformes *non-permanens* sont ceux avec lesquels le calorique n'est uni que foiblement; ils perdent leur fluidité aériforme lorsqu'ils sont très-comprimés, ou qu'ils se trouvent en contact avec des corps auxquels ils sont forcés de céder une partie de leur calorique. Telle est l'eau réduite à l'état de vapeur.

693. Mais comment extraire les fluides aériformes? comment les recueillir dans le moment qu'ils se dégagent? comment les faire passer d'un vaisseau dans un autre? Telles sont les questions qu'il me paroît utile de résoudre.

694. 1°. Pour recueillir les fluides aéri-

Digitized by Google

formes dans le moment qu'ils se dégagent, on a imaginé un appareil connu sous le nom d'appareil pneumato-chimique ; il consiste en une caisse ou cuve de bois plus ou moins grande (fig. 98 et 99), doublée de plomb laminé ou de feuilles de cuivre étamé. La fig. 98 représente cette caisse, vue en perspective; on en a supposé le devant et un des côtés enlevés dans la figure 99, afin de faire mieux sentir sa construction intérieure.

695. On distingue dans tout appareil de cette espèce, la tablette de la cuve ABCD (fig. 98 et 99), et le fond de la cuve FGHI (fig. 99). L'intervalle qui se trouve entre ces deux plans, est la cuve proprement dite. C'est dans cette partie creuse qu'on remplit les cloches ; on les retourne ensuite, et on les pose sur la tablette ABCD, de manière qu'elles correspondent à un petit trou que la tablette présente dans le milieu. Ce trou est pratiqué au milieu d'une excavation en forme d'entonnoir, qu'on fait à la surface inférieure de la tablette.

696. La cuve doit être remplie de manière que la tablette soit toujours couverte de 27 millimètres (un pouce) d'eau : elle doit avoir assez de largeur et de profondeur,

Digitized by Google

pour qu'il y en ait au moins 324 millimètres (un pied) en tout sens, entre la tablette et le fond de la cuve. Cette quantité suffit pour les expériences ordinaires; mais il est des circonstances où il est indispensable de se donner un plus grand espace.

697. Les vaisseaux dont on se sert pour recevoir et pour contenir les fluides aériformes, sont des cloches de cristal A (fig. 100); pour les transporter d'un appareil à l'autre, on se sert de plateaux garnis d'un rebord et de deux anses, pour en faciliter le transport.

698. Lorsque les fluides aériformes que l'on veut recueillir sont susceptibles d'être absorbés par l'eau, on se sert de l'appareil au mercure; il est construit comme le précédent, et on opère dans le mercure avec cet appareil, exactement comme dans l'eau. Nous observerons seulement que le bois étant perméable au mercure, il est à craindre, si on s'en sert pour matière de la cuve, que les assemblages se déjoignent, ou que le mercure s'échappe par des gerçures. On a l'inquiétude de la cassure, si l'on emploie le verre, la faïence ou la porcelaine, pour la construction de la cuve. Après avoir essayé

Digitized by Google

différentes matières, on s'est arrêté définitivement au marbre, qui n'offre aucun des inconvéniens attachés aux autres substances dont nous venons de parler.

699. 2°. On extrait les gaz par le moyen du feu ou par le moyen des acides.

700. Lorsqu'on les dégage par le moyen du feu, on adapte à l'orifice de la cornue, un tube recourbé, dont l'extrémité plonge dans l'eau de la cuve pneumato-chimique, sous une cloche remplie du même fluide.

701. Si on dégage le gaz par le moyen des acides, on met le mélange qui doit les fournir dans un flacon à bec recourbé, et on fait plonger le bec dans la cuve, sous une cloche pleine d'eau ou de mercure, suivant que la cuve est pleine de l'un ou de l'autre de ces fluides.

702. 3°. Pour faire passer les gaz d'un vaisseau dans un autre, il faut, 1°. que celui-ci soit plein d'eau ou de tout autre fluide plus pesant que l'air; 2°. que l'ouverture de ce vaisseau soit renversée et couvre le trou de la tablette de la cuve pneumato-chimique. Les choses ainsi disposées, on renverse pareillement le vaisseau qui contient le fluide aériforme, et on le fait descendre

Digitized by Google

verticalement dans l'eau de la cuve, en supposant que ce vaisseau soit bouché comme un flacon; puis on le débouche dans l'eau, et on l'incline de manière que son gouleau soit engagé sous l'excavation de la tablette: le gaz ne tarde pas à s'échapper du flacon et à passer dans le vaisseau destiné à le recevoir. Il s'y élève sous la forme de bulles, qui vont crever au haut de ce vaisseau, et chasser à proportion le liquide dont il est rempli.

703. Si le vaisseau qui renferme le gaz est une cloche de cristal ouverte par le bas de toute l'étendue de son diamètre, qui soit en réserve dans un grand plateau plein d'eau, on doit apporter la cloche et le plateau dans l'eau de la cuve, les y plonger verticalement, et enlever ensuite le plateau. On incline ensuite la cloche, de manière que son ouverture corresponde à l'excavation de la tablette. Le gaz s'en échappe promptement pour aller remplir le vaisseau qui doit le recevoir.

704. De quelque manière qu'on fasse cette opération, il est aisé de sentir la nécessité de l'excavation faite au-dessous de la tablette; elle est destinée à retenir le gaz

Digitized by Google

qui s'échappe de la cloche, et à diriger sa marche vers celle qui doit le recevoir. Sans cette excavation, le gaz qui s'échappe de la cloche se distribueroit dans toute l'étendue de la cuve, loin de se porter au lieu de sa destination.

Digitized by Google

LIVRE VI.

DE LA POROSITÉ, DE LA COMPRESSIBILITÉ ET DE L'ÉLASTICITÉ.

CHAPITRE PREMIER.

De la porosité.

705. Le froid absolu n'existe pas dans la nature, n°. 635: les molécules d'aucun corps ne sont donc pas rapprochées au point de se toucher immédiatement, et conséquemment elles admettent toutes entr'elles des intervalles vides de leur propre substance, ce qui constitue la *porosité*.

706. C'est ainsi que les vérités s'enchaînent, que la découverte d'une des propriétés du calorique nous conduit à démontrer la porosité des corps d'une manière plus simple et plus générale que ne l'ont fait jusqu'ici les physiciens.

Digitized by Google

707. La porosité n'est pas une propriété essentielle aux corps, elle les accompagne exclusivement dans certaines circonstances, c'est-à-dire, lorsque le calorique les pénètre; et comme le calorique se trouve en plus ou moins grande quantité dans les corps, suivant leur plus ou moins d'attraction pour ce fluide, suivant leur plus ou moins de capacité pour le contenir, il s'ensuit que la porosité est une propriété accidentelle et variable, qu'on peut à volonté augmenter ou diminuer par une addition ou par une soustraction de calorique, et dont il seroit absolument possible de dépouiller entièrement les corps sans détruire leur existence.

708. La quantité de matière propre d'un corps est en raison inverse de sa porosité : d'où il résulte qu'on peut, par le poids, connoître le rapport de la porosité d'un corps à celle d'un autre corps. Pour apprécier la porosité absolue, il faudroit avoir un corps qui n'eût absolument aucun pore; si ce corps pesoit 4 grammes, et qu'un autre corps ayant le même volume, pesât 2 gram., ce dernier corps seroit composé moitié d'étendue solide, et moitié d'étendue poreuse. De cette manière, on pourroit savoir au juste quelle

Digitized by Google

est la quantité de matière ou de pores qui se trouve dans un corps. Mais nous ne connoissons aucun corps de cette espèce; il ne peut même en exister dans la nature, qui seroit alors sans mouvement et sans vie.

709. L'expérience confirme cette vérité. A la faveur de la machine pneumatique on fait passer du mercure à travers une peau de buffle, et de l'eau à travers le fond d'un godet de bois, soudé à l'extrémité supérieure d'un tube de verre dans lequel on fait le vide. Une lame d'or ou de platine, bien mince et bien battue, présente un grand nombre de pores aux regards de l'observateur qui la considère à l'aide du microscope, et cependant l'or et le platine sont les plus compacts de tous les corps connus.

A ces expériences nous en joindrons une autre que nous devons à Haüy; elle est d'autant plus intéressante, qu'elle présente en même temps un exemple de la porosité des corps, et une preuve non équivoque que les pores ne sont pas absolument vides de toutes matières étrangères, mais plutôt occupés par l'air, ou par quelqu'autre fluide subtil interposé entre les molécules des corps.

Digitized by Google

Expérience.

On prend une pierre du genre de celles que l'on nomme agate, qui sont demi-transparentes, et assez dures pour étinceler par le choc du briquet : elle porte le nom d'*hydrophane*. Après l'avoir pesée, on la plonge dans l'eau, et on voit s'élever de sa surface des files nombreuses de petites bulles d'air, qui se succèdent sans interruption. On la retire de l'eau; on la pèse de nouveau, et on trouve que son poids est augmenté d'une quantité sensible. Cette expérience nous présente deux phénomènes différens; l'évasion d'une grande quantité de bulles d'air, et l'augmentation en poids de la pierre par son immersion dans l'eau. Ils ont pour cause l'expulsion de l'air qui occupoit les pores de la pierre par l'eau qui le remplace, et dont la pesanteur spécifique surpasse de beaucoup celle du fluide aériforme.

710. C'est par les pores de la coque que les œufs, si-tôt après avoir été pondus, commencent à se vider, et cessent d'être ce qu'on appelle frais. Pour les empêcher de rien perdre, on bouche leurs pores aussi-tôt qu'ils sont pondus, en les plongeant dans

Digitized by Google

de l'huile d'olive; on les essuie ensuite, afin qu'il n'en reste qu'une couche très-mince, crainte que la pression de l'air n'en fasse entrer dans les œufs quelques gouttes qui, en rancissant, leur donneroient un mauvais goût. Les œufs préparés de cette manière, conservent leur bonté et leur fraîcheur pendant plusieurs années, s'ils n'ont point été fécondés; s'ils l'ont été, ils la perdent dans l'intervalle de deux mois, parce que le principe fécondant y excite une certaine fermentation.

711. C'est par les pores du bois que l'humidité pénètre les ouvrages de menuiserie pour en augmenter les dimensions : de là vient qu'une fenêtre qui s'ouvre aisément dans un temps, se trouve trop large dans un autre; qu'un tonneau entr'ouvert se raccommode par son séjour dans l'eau, &c. On peut prévenir ces inconvéniens en enduisant de part et d'autre, les bois de menuiserie de peinture à l'huile, ou d'un vernis qui, n'ayant que peu ou point d'attraction pour l'eau, conservent au bois les mêmes dimensions, en rendant ses pores inaccessibles à l'humidité de l'atmosphère.

712. C'est enfin par les pores de notre

Digitized by Google

peau que nous perdons, selon de fidèles observateurs, les cinq huitièmes de ce que nous prenons pour notre nourriture. Séguin a fait sur cet objet une suite d'expériences dont il importe d'offrir quelques résultats à nos lecteurs.

1°. Quelle que soit la quantité d'alimens que l'on prenne, on revient par la transpiration insensible au même poids après 24 heures, si l'on est adulte, et dans le cas où l'on digère bien.

2°. Si les quantités d'alimens varient, ou que les transpirations diffèrent, la quantité d'excrémens compense; et tous les jours, à la même heure, on revient à-peu-près au même poids.

3°. Une mauvaise digestion diminue la transpiration, et tant qu'elle dure, on augmente de poids chaque jour.

4°. Immédiatement après le dîner, la transpiration est à son *minimum*, parce que le calorique demeurant pour commencer la digestion, passe en moindre quantité dans l'air environnant, qui dissout alors moins d'humeur transpirable : de là vient que quand on se porte bien, on éprouve après le dîner, une légère sensation du froid.

Digitized by Google

5°. Pendant la digestion, la transpiration insensible est à son *maximum*. Cette perte, excédant celle que l'on fait chaque jour, est de 122 milligrammes (2,3 grains) par minute, de 7324 milligrammes (138 grains) par heure.

6°. Dans les circonstances les plus favorables, la transpiration insensible la plus considérable est, par un terme moyen, de 1698,42365 milligrammes (32 grains) par minute, ou 2445730,057 milligrammes (5 livres) par jour.

7°. Dans les circonstances les moins favorables, la transpiration insensible la moins considérable, supposant une bonne digestion, est, par un terme moyen, de 583,833 milligrammes (11 grains) par minutes, ou de 840719,707 milligr. (1 livres 11 onces 4 gros) par jour.

8°. Immédiatement après le repas, dans les cas défavorables, la transpiration est de 435,221 milligrammes (8,2 grains) par minute, et dans les cas favorables, de 482,989 milligrammes (9,1 grains.)

Tous ces résultats n'ont pour objet que la transpiration considérée d'une manière générale. Séguin distingue la transpiration

Digitized by Google

cutanée de la transpiration pulmonaire; il les étudie séparément, et il fait sur ces deux sortes de transpirations des expériences intéressantes, qui le conduisent à les apprécier avec exactitude. Nous regrettons que les bornes prescrites à un ouvrage de cette nature, nous forcent de les passer sous silence.

CHAPITRE II.

De la compressibilité.

713. Les molécules de tous les corps sont écartées les unes des autres par l'impulsion du calorique : il est donc possible de les rapprocher. Ce rapprochement peut se faire ou en faisant évanouir la cause de leur éloignement, c'est-à-dire, par une soustraction de calorique, et alors on l'appelle *condensation ;* ou à la faveur d'une pression capable de vaincre la force répulsive que les molécules des corps ont reçue du calorique, alors on la nomme *compression ;* et la propriété qu'ont les molécules des corps de se rapprocher ainsi, s'appelle *compressibilité.*

714. La compressibilité appartient donc

Digitized by Google

ainsi que la porosité, à tous les corps de la nature. Ces deux propriétés semblent marcher ensemble sur des lignes parallèles; elles sont accidentelles et variables, et leur degré d'intensité dépend de la quantité de calorique dont les corps sont pénétrés.

715. L'extrême compressibilité des fluides aériformes donne naissance à un grand nombre de phénomènes qui fixeront bientôt notre attention; celle des solides ne se manifeste pas d'une manière aussi sensible. Elle existe néanmoins, et les preuves qui attestent son existence ne sauroient paroître équivoques.

Un coup de marteau fortement frappé contre une substance métallique quelconque, y laisse une impression assez profonde qui annonce un rapprochement des molécules dans l'endroit où s'est faite la percussion. Une boule de marbre, d'ivoire ou d'acier tombant sur un plan d'une certaine hauteur, se réfléchit, et ce mouvement de réflexion suppose la compressibilité.

Nous ne pouvons pas produire en faveur de la compressibilité des liquides, des témoignages aussi frappans que ceux qui

Digitized by Google

démontrent la compressibilité des solides. Aussi la compressibilité des liquides a-t-elle paru pendant long-temps équivoque. Les académiciens de Florence ont même prétendu que les fluides jouissent exclusivement de l'incompressibilité ; mais nous prouverons, en traçant le tableau des propriétés de l'eau, que les expériences sur lesquelles ces physiciens appuient leur opinion, sont des expériences illusoires, et que les preuves d'incompressibilité qu'ils en tirent, se convertissent en preuves de compressibilité, pour peu qu'on fasse attention aux circonstances qui les accompagnent.

716. Ce qu'il y a de certain, c'est que les liquides résistent vivement aux moyens que nous employons pour effectuer leur compression ; et c'est à cette vive résistance que nous devons le vin, le cidre, les huiles, en un mot, tous les liquides que nous tirons par expression des végétaux. Si la compressibilité des liquides égaloit seulement celle des solides qui les renferment, il seroit impossible d'effectuer leur séparation.

Digitized by Google

CHAPITRE III.

De l'élasticité.

717. L'élasticité est une propriété en vertu de laquelle certains corps comprimés par une force quelconque, reprennent d'eux-mêmes, lorsque cette force cesse d'agir, les dimensions et la figure qu'ils avoient avant la compression.

718. L'élasticité est parfaite, lorsque le corps reprend l'état qu'il avoit avant la compression, dans un temps égal à celui qu'il a fallu pour le lui faire perdre ; mais cette espèce de perfection ne se rencontre jamais dans la nature. Parmi les corps connus, la lumière et les fluides aériformes sont ceux dont l'élasticité approche le plus de l'élasticité parfaite. Elle est moindre dans les corps durs, tels que l'acier, l'ivoire, &c. Elle diminue ensuite très-sensiblement dans les liquides. Enfin, elle est presque nulle dans les corps mous, tels que le beurre, la terre glaise humide, &c.

719. Dans la plupart des corps élastiques, le ressort s'affoiblit par l'usage ou par une

Digitized by Google

compression trop long-temps continuée. Un arc qui a été trop long-temps tendu, garde enfin une portion de la courbure que la compression lui a fait prendre. Le crin, la plume, la laine, qui servent continuellement à nos usages, perdent à la longue leur précieux ressort qu'on a trouvé heureusement le moyen de leur rendre par de faciles procédés.

720. Si certains corps perdent leur élasticité, il en est d'autres à qui il est facile de communiquer cette propriété. On augmente l'élasticité des métaux, 1°. en les battant à froid; 2°. à la faveur de l'alliage. Le mélange de deux métaux est plus dur, plus roide, plus élastique que les métaux simples qui entrent dans sa composition. La trempe qui consiste à échauffer fortement l'acier et à le refroidir ensuite subitement en le plongeant dans l'eau froide, donne à l'élasticité de ce métal plus d'activité et d'énergie.

721. L'élasticité doit donc être regardée comme une propriété variable qui caractérise certains corps, et qui, conséquemment, n'est pas essentielle à la matière.

722. Lucrèce, Daniel Bernouilli, Lesage

Digitized by Google

et plusieurs autres physiciens, se sont occupés du phénomène de l'élasticité; mais toutes leurs recherches se sont bornées à expliquer d'une manière vague l'élasticité des fluides aériformes. Les uns la faisoient dépendre d'une agitation continuelle de leurs molécules intégrantes, sans assigner aucune cause qui produise cette agitation; les autres admettoient, pour expliquer ce phénomène, une force répulsive, inhérente aux molécules des fluides aériformes. Quelques-uns, enfin, ne pouvant se résoudre à admettre dans les molécules de la matière, deux forces diamétralement opposées, ont eu recours, pour produire l'agitation des fluides élastiques, à un fluide discret répandu dans tout l'univers, dont chaque particule, excessivement petite, se meut avec une prodigieuse activité en ligne droite, et dont les courans, arrivant de tous les points de l'espace, se croisent dans tous les sens. Ce système, connu sous le nom de *systéme des corpuscules ultrà mondains*, est fondé, comme tous les systêmes, sur des bases imaginaires, et est bien loin d'offrir une explication satisfaisante des phénomènes de l'élasticité.

Nous allons hasarder une explication

Digitized by Google

nouvelle du phénomène de l'élasticité; nous l'appuierons sur des faits, et nous tâcherons de la confirmer par le calcul.

Premier principe.

723. Des signes d'élasticité supposent une compression effectuée, c'est-à-dire, une altération dans la figure des corps, produite par le rapprochement des molécules : d'où il résulte que les corps dont les molécules cèdent avec une très-grande facilité à la plus légère pression, de manière à rouler les unes sur les autres sans altérer leur figure, ne peuvent donner des signes sensibles d'élasticité. Tels sont en général les liquides.

Deuxième principe.

724. Lorque l'on comprime un corps élastique, quelques-unes de ses molécules intégrantes sont rapprochées; d'autres souffrent un écartement à-peu-près égal au rapprochement des premières.

Troisième principe.

725. Au degré habituel de chaleur et de pression que nous éprouvons, tous les corps

Digitized by Google

ont un volume déterminé par le rapport d'égalité, qui existe entre la force attractive de leurs molécules et la force répulsive communiquée par le calorique combiné avec ces mêmes molécules, n°. 682.

726. Cela posé, le rétablissement des corps solides, après la compression, paroît être le résultat de l'action combinée du calorique et de la gravitation. Car lorsque l'on comprime un corps élastique, plusieurs de ses molécules intégrantes sont rapprochées, d'autres souffrent un écartement égal au rapprochement des premières. Dans les molécules rapprochées, la force répulsive augmente; la force attractive augmente aussi. mais l'accroissement de la première force l'emporte sur celui de la seconde. Car à l'époque de la formation du corps tel qu'il est avant la compression, la force répulsive communiquée à ses molécules par le calorique, a suffi pour leur donner le degré d'écartement qui les distingue : elle étoit donc supérieure à la force attractive, jusqu'au moment où les molécules ont acquis le degré d'écartement qu'elles ont dans l'état naturel du corps : d'où il résulte que si on rapproche les molécules par la compression,

Digitized by Google

si on les resserre avec le calorique dans un plus petit espace, le rapport d'égalité qui existoit avant la compression entre la force attractive et la force répulsive, doit être détruit en faveur de la force répulsive ; et que conséquemment la compression cessant, elle doit agir et écarter les molécules rapprochées par la compression, jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse entre la force attractive et la force répulsive ; et cet équilibre ne peut se rétablir que lorsque les molécules auront recouvré le degré d'écartement qu'elles avoient avant la compression. Par des raisons semblables, la force attractive domine sur la force répulsive dans les molécules qui ont souffert un écartement : elle doit donc agir pour rapprocher les molécules et rétablir l'équilibre de ces forces ; et cet équilibre ne peut se rétablir, que lorsque l'écartement des molécules sera tel qu'il étoit avant la compression.

727. Des exemples répandront quelque clarté sur cette explication. Je laisse tomber sur un plan une boule d'ivoire ; le diamètre perpendiculaire au plan diminue ; les molécules intégrantes, dans le sens de ce diamètre, se rapprochent : le diamètre horizon-

Digitized by Google

tal augmente ; les molécules, dans le sens de ce diamètre, s'écartent. Les molécules de la boule avoient, avant la compression, un écartement déterminé par un certain rapport entre leur force attractive et leur force répulsive, communiqué par le calorique. Ce rapport est détruit par la compression. Leur force répulsive est devenue relativement plus grande dans les molécules qui ont été rapprochées, et la force attractive est supérieure dans les molécules qui ont été écartées : les molécules rapprochées doivent donc s'écarter, et les molécules écartées se rapprocher pour rétablir le rapport qui existoit avant cette compression : d'où il résulte que, la compression cessant, la boule doit reprendre l'état que la compression lui a fait perdre.

728. Lorsqu'on ploie une lame d'acier, il y a rapprochement des molécules dans la partie intérieure, et écartement des molécules dans la partie extérieure de l'arc qu'on fait décrire à cette lame : le calorique combiné avec les molécules qui composent la partie intérieure de l'arc, se trouve donc resserré dans un plus petit espace, tandis que celui qui est combiné avec les molécules qui composent la partie extérieure de l'arc,

Digitized by Google

occupe plus d'espace : la force répulsive communiquée par le calorique, doit donc dominer sur la force attractive dans les molécules qui composent l'arc intérieur, et faire effort pour les écarter jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse ; tandis que la force attractive qui domine dans les molécules qui composent l'arc extérieur, agit pour rapprocher ces mêmes molécules : et comment concevoir que l'écartement des molécules dans l'arc intérieur, et le rapprochement des molécules dans l'arc extérieur, puissent s'effectuer sans que la lame reprenne son premier état ?

729. Plus on bat les métaux, plus ils deviennent élastiques. En battant les métaux, on rapproche leurs molécules intégrantes ; on les réduit, ainsi que le calorique combiné avec elles, à occuper un plus petit espace ; des percussions réitérées font donc croître la force répulsive en plus grande raison que la force attractive ; et conséquemment l'élasticité des métaux doit augmenter par la percussion.

730. L'acier trempé est plus dur et plus élastique que l'acier non trempé : d'où il résulte que le refroidissement augmente son élasticité.

Digitized by Google

Ce phénomène semble d'abord contrarier notre explication de l'élasticité des corps solides; mais un instant de réflexion suffit pour faire évanouir cette apparente contrariété.

Lorsqu'on plonge dans l'eau un barreau d'acier incandescent, il y a dégagement de gaz hydrogène; la surface du barreau passe à l'état d'oxide; et c'est probablement à ce passage que sont dues, en partie, la dureté et l'élasticité que l'acier acquiert par la trempe. Ce qui paroît justifier cette conjecture, c'est que, d'après les expériences de Lavoisier, l'acier acquiert plus de dureté et d'élasticité, lorsqu'étant foiblement chauffé, on le plonge dans un liquide, tel que l'acide nitrique qui favorise par lui-même son oxidation. En un mot, dans l'opération de la trempe, l'eau se décompose; son oxigène se combine avec l'acier; son effet n'est d'abord sensible qu'à la surface qui durcit seule, tandis que l'intérieur conserve sa ductilité. Mais à la faveur d'une chaleur modérée, l'oxigène, fixé d'abord à la surface, se répartit bientôt également dans toute la masse du barreau : il se fait donc dans l'opération de la trempe une composition nouvelle, qui doit nécessairement faire naître

Digitized by Google

de nouvelles propriétés. Le nouveau composé peut très-bien, par l'attraction qui lui est propre, fixer une plus grande quantité de calorique : d'où doit résulter pour ses molécules intégrantes plus de force répulsive, et conséquemment plus d'élasticité.

Le refroidissement subit qu'on fait éprouver à l'acier, par la trempe, contribue aussi à lui donner plus de dureté et d'élasticité : car le refroidissement produit le rapprochement des molécules intégrantes. Le calorique combiné se trouve renfermé avec elles dans un plus petit espace, et conséquemment la force répulsive augmente en plus grande raison que la force attractive ; d'ailleurs les molécules prennent entr'elles un arrangement bien différent de celui qu'elles auroient, si l'acier rougi étoit ramené, par degrés successifs, à la température qu'il avoit avant d'être échauffé, et ce dernier arrangement de molécules occasionné par un refroidissement subit, peut fort bien être favorable à l'élasticité.

731. L'élasticité des fluides aériformes paroît dépendre de la même cause, qui donne naissance à l'élasticité des corps solides. Il faut remarquer que les corps qui passent à

Digitized by Google

l'état permanent de fluidité aériforme, ont une très-forte attraction pour le calorique; ils en prennent une très-grande quantité; il se combine intimement avec leurs molécules intégrantes qui acquièrent par cette combinaison une force répulsive supérieure à leur force attractive. Cette supériorité de la force répulsive les entraîne loin de la sphère d'activité, où s'exerce la force d'agrégation; il en résulteroit, sans doute, un écartement indéfini, si la pression de l'atmosphère et la pesanteur de ces fluides ne mettoient un terme à cet écartement. Lorsque l'on comprime les fluides aériformes, on resserre leurs molécules intégrantes, ainsi que le calorique combiné avec elles, dans un plus petit espace: on augmente donc, par la compression, la force répulsive des molécules intégrantes. La compression cessant, elle doit déployer toute son activité pour rétablir l'écartement des molécules.

732. L'élasticité des fluides aériformes est telle, qu'elle leur donne après la compression plus de volume qu'ils n'en avoient avant la compression. Cet effet, qui a lieu dans le vide, est dû à la supériorité de la force répulsive, qui doit agir avec efficacité

Digitized by Google

pour écarter de plus en plus les molécules, lorsqu'on supprime la pression de l'atmosphère qui s'opposoit à cet écartement. Il n'en est pas ainsi des corps solides élastiques, parce que la force répulsive de leurs molécules intégrantes se trouve égale à leur force attractive.

733. Tous les corps contiennent du calorique : d'où vient donc que tous les corps ne sont pas élastiques, si le calorique est le principe de l'élasticité ?

734. 1°. Il n'y a dans la nature aucun corps parfaitement dur, ni parfaitement mou. Il n'en est donc aucun qui ne jouisse d'un certain degré d'élasticité.

735. 2°. Des signes sensibles d'élasticité supposent la compression effectuée ; il n'est donc pas étonnant que les corps dont nous ne pouvons effectuer la compression, ne donnent aucun signe d'élasticité.

736. 3°. De ce que le calorique est le principe de l'élasticité, il ne s'ensuit pas que tous les corps qui contiennent du calorique doivent jouir de cette propriété. 1°. Le trop et le trop peu de calorique peuvent nuire également à la force élastique. 2°. La forme différente qui distingue les molécules inté-

Digitized by Google

grantes des différens corps, le différent arrangement que prennent ces molécules, suivant les circonstances, peut être tantôt plus ou moins favorable, tantôt plus ou moins nuisible à l'élasticité. 3°. Les corps mous, tels que le beurre, la terre glaise humide, &c. éprouvent, dans leur état de mollesse, un commencement de solution par l'eau, qui doit altérer la force répulsive de leurs molécules, et nuire conséquemment à l'élasticité. Cela est tellement vrai, que ces corps, dépouillés de leur partie aqueuse, sans changer leur température, donnent des signes sensibles d'élasticité.

737. On conçoit facilement que les corps doivent acquérir de l'élasticité en se combinant avec un corps tel que le calorique, qui jouit éminemment de cette propriété. Mais il reste toujours à expliquer pourquoi le calorique est élastique; et jusqu'à ce qu'on ait trouvé la solution de ce problême, on n'aura fait que reculer la difficulté, au lieu de la résoudre.

Pour expliquer l'élasticité des corps, soit solides, soit aériformes, nous sommes partis d'un fait; il consiste en ce que les molécules des corps exposés à la chaleur s'écar-

Digitized by Google

tent les unes des autres, et acquièrent conséquemment une force répulsive, par leur combinaison avec un fluide, quel qu'il soit, qui les pénètre. Mais il peut se faire que ce fluide que nous avons appelé calorique, en se combinant avec les molécules des corps, leur communique une force répulsive, sans que les molécules de ce fluide se repoussent mutuellement. Lorsque l'on plonge du pain sec dans de l'eau, le pain se gonfle, les molécules s'écartent les unes des autres; l'eau, en pénétrant les pores du pain, communique donc à ses molécules une force répulsive; il seroit ridicule d'en conclure que les molécules de l'eau se repoussent entr'elles. De même, lorsqu'on soumet un corps à l'action de la chaleur, ses molécules intégrantes s'écartent les unes des autres; elles acquièrent une force répulsive par leur combinaison avec le calorique; mais ce phénomène dépend probablement, comme le précédent, du concours de plusieurs forces attractives, telles que la force attractive des molécules du calorique, la force attractive des molécules du corps les unes à l'égard des autres; enfin, l'attraction réciproque des molécules du calorique et des molécules du

Digitized by Google

corps pénétré par ce fluide : d'où il résulte que l'élasticité des corps ne suppose pas celle du calorique, qui lui a donné naissance.

738. Au reste, nous ne regardons pas comme démontrée l'existence du calorique ; et nous ne donnons cette hypothèse, que comme un moyen de représenter, par des nombres, le ressort des corps élastiques, sans affirmer que, matériellement, la chose se fasse, comme nous l'avons dit.

739. Soit M, la masse d'un corps élastique, m une de ses molécules, d la distance de cette molécule au centre d'attraction, q la quantité de calorique dont le corps est pénétré, le centre de répulsion étant d'ailleurs au même point que le centre d'attraction. Je fais encore $M\,m = a$, $q\,m = b$.

740. La force attractive de chaque molécule égale le produit de sa masse par la vîtesse qu'elle auroit si elle cédoit à l'impulsion de cette force. La vîtesse est en raison directe de la masse attirante, et en raison inverse d'une fonction de la distance de la molécule au centre d'attraction. Nous avons donc pour expression analytique de la force attractive $\frac{a}{F(d)}$.

Digitized by Google

741. La force répulsive égale le produit de la masse par la vîtesse. La vîtesse est en raison directe de la quantité de calorique dont le corps est pénétré : elle augmente encore par le rapprochement des molécules ; mais la loi qui la maîtrise relativement aux distances, n'est pas la même que celle de la force attractive. La force répulsive augmente plus que la force attractive, par le rapprochement des molécules, n°. 725 : d'où il résulte que nous aurons pour expression de la force répulsive, b divisé par une autre fonction de d que nous pouvons représenter ainsi : $\mathrm{F}(d).\omega(d)$, ou $\frac{b}{\mathrm{F}(d).\omega(d)}$: nous avons donc dans l'état naturel des corps, c'est-à-dire à la température et à la pression habituelle qu'ils éprouvent,

$$\frac{a}{\mathrm{F}(d)} = \frac{b}{\mathrm{F}(d).\omega(d)},$$

$$\text{ou } \frac{a}{\mathrm{F}(d)} - \frac{b}{\mathrm{F}(d).\omega(d)} = 0,$$

$$\text{ou } a.\omega(d) - b = 0.$$

742. Cela posé, lorsqu'on laisse tomber sur un plan une boule d'ivoire, les molécules de la boule, situées dans le diamètre vertical, se rapprochent : donc d diminue ;

Digitized by Google

donc l'équation précédente devient . . . . $a.\omega\,(d-r)-b=$ une quantité négative; donc la force répulsive l'emporte sur la force attractive, et conséquemment les molécules situées dans le diamètre vertical, s'écartent. Les molécules situées dans le diamètre horizontal sont écartées : donc d augmente ; donc notre équation devient $a.\omega\,(d+r)-b=$ une quantité positive; donc la force attractive l'emporte sur la force répulsive; et conséquemment les molécules situées dans le diamètre horizontal se rapprochent, tandis que les molécules situées dans le diamètre vertical s'éloignent, afin que le corps reprenne son état naturel.

743. En prenant l'expression analytique des forces entre lesquelles les molécules des corps sont en équilibre dans leur état naturel, nous n'avons eu aucun égard à la pression de l'atmosphère, parce que cette force n'agit pas efficacement sur les corps solides. Il n'en est pas de même des liquides et des fluides élastiques. La pression de l'atmosphère agit avec efficacité pour rapprocher leurs molécules : nous devons donc la faire entrer dans l'estimation des forces qui les animent. La pression de l'atmosphère

Digitized by Google

est une quantité constante que nous exprimons par l'unité. Nous avons donc pour les liquides et les fluides aériformes . . . . . $a.\omega(d) + 1' - b = 0$.

La simple inspection de cette formule fait voir, 1°. que lorsque l'on comprime des fluides élastiques, la force répulsive devient plus puissante que la force attractive, et conséquemment que la compression cessant, les molécules doivent retourner vers leur première position; 2°. que les liquides et les fluides aériformes ont le privilége exclusif de prendre plus de volume, lorsqu'on supprime la pression de l'atmosphère. Dans cette supposition, notre équation devient $a.\omega(d) - b =$ une quantité négative, c'est-à-dire que la force répulsive l'emporte sur la force attractive. Cela n'arrive pas pour les corps solides. Lors même que l'on supprime la pression de l'atmosphère, on a $a.\omega(d) - b = 0$, c'est-à-dire que la force attractive reste égale à la force répulsive.

Digitized by Google

LIVRE VII.

DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

744. L'AIR atmosphérique est un fluide invisible, insipide, inodore, pesant, élastique, jouissant d'une grande mobilité, susceptible de raréfaction et de condensation, qui environne notre planète jusqu'à une certaine hauteur, et dont la masse entière constitue l'atmosphère.

Ce fluide au milieu duquel nous sommes sans cesse plongés, nous intéresse tous d'une manière particulière, soit parce qu'il est le dépositaire des signes de nos pensées et de nos affections, soit parce qu'il alimente l'existence de tous les êtres animés. Ses propriétés physiques et ses propriétés chimiques doivent fixer successivement l'attention du physicien.

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE.

DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

PARMI les propriétés physiques de l'air atmosphérique, sa pesanteur et son élasticité sont celles qu'il nous importe d'étudier particulièrement, parce qu'elles donnent naissance à un grand nombre de phénomènes remarquables, dont la véritable cause a été inconnue jusqu'à l'époque où ces deux propriétés de l'air ont été bien établies.

CHAPITRE PREMIER.

De la pesanteur de l'air atmosphérique.

745. C'EST à Galilée que nous devons d'avoir reconnu le premier la pesanteur de l'air, qui étoit généralement désavouée avant lui, quoique peut-être quelques physiciens des anciennes écoles en eussent soupçonné l'existence. Ce physicien pesa un vaisseau de verre

Digitized by Google

rempli d'air dans son état naturel; il injecta ensuite dans ce même vaisseau du nouvel air pour en augmenter la masse, et il trouva que le poids du vaisseau étoit plus considérable après l'injection qu'auparavant : il tâcha même de déterminer la pesanteur spécifique de l'air; mais le rapport de 1 à 400 qu'il donna pour la pesanteur de l'air, comparée à celle de l'eau, est bien loin d'être satisfaisant, comme nous le verrons dans la suite.

746. Otto de Guerike, consul de Magdebourg, imagina ensuite une machine connue sous le nom de machine pneumatique, qui fournit un moyen facile d'établir la pesanteur de l'air, de manière à dissiper tous les doutes et à fixer à jamais sur cet objet l'opinion des physiciens.

747. Cette machine se construit de différentes manières; mais dans toutes, les principales parties sont, 1°. un cylindre creux et poli en dedans, que l'on nomme corps de pompe; 2°. un piston qu'on fait mouvoir dans le cylindre, et qui s'ajuste exactement avec sa surface intérieure; 3°. une platine couverte d'un cuir mouillé sur lequel on pose le récipient ou la cloche de verre. On

Digitized by Google

enfonce le piston au fond du cylindre, on le retire ensuite, et par ce moyen on fait le vide dans la cavité du cylindre. Cette cavité communiquant avec le récipient par un tuyau soudé au fond du cylindre, l'air s'étend dans le récipient, et entre en partie dans le cylindre; en sorte qu'il a la même densité dans le cylindre et dans le récipient. On ferme la communication entre le récipient et le cylindre; on fait sortir l'air du cylindre et on enfonce le piston au fond. Si on le retire de nouveau, ayant ouvert la communication entre le cylindre et le récipient, la densité de l'air est encore diminuée dans le récipient; et répétant le mouvement du piston, l'air se trouve enfin réduit à la moindre densité, sans cependant qu'on puisse l'en chasser entièrement, comme il nous sera facile de le démontrer après avoir établi l'élasticité de l'air atmosphérique.

748. Ce que nous venons de dire est commun à toutes les machines pneumatiques, qui diffèrent cependant sous plusieurs rapports. 1°. On emploie aujourd'hui avec avantage deux pistons et deux corps de pompe; le piston de l'un s'élève pendant que celui de l'autre descend; il se fait ainsi une éva-

Digitized by Google

cuation d'air continuelle et non interrompue, qu'on ne peut se flatter d'obtenir à la faveur d'un seul piston. 2°. On peut intercepter de différentes manières la communication entre le récipient dont il faut pomper l'air, et le corps de pompe. 3°. On emploie différens moyens pour faire sortir l'air du corps de pompe quand on pousse le piston au fond. 4°. Les pistons sont différens dans les différentes pompes. 5°. La situation du corps de pompe n'est pas toujours la même.

749. A la faveur de cette machine, il est aisé de démontrer la pesanteur de l'air.

Première expérience.

On prend un ballon garni d'un robinet, qui se visse sur la tétine de la machine pneumatique. Après avoir pompé l'air du ballon, on le suspend au bras d'une bonne balance, et on met des poids dans le bassin opposé pour faire équilibre. Ayant ouvert le robinet, l'air entre dans le ballon, et l'équilibre est détruit; mais on le rétablit en ajoutant des poids qui expriment combien pèse l'air renfermé dans le ballon.

750. On s'est occupé aussi de déterminer la pesanteur spécifique de l'air. D'après les

Digitized by Google

expériences de Duluc, le rapport entre les poids de l'air et de l'eau distillé à la température de 0 du thermomètre (échelle de Réaumur) par une pression moyenne de 76 centimètres (28 pouces) de mercure, est celui de 1 à 760; et suivant Brisson, celui de 1 à 810.

751. La pesanteur de l'air étoit solidement établie, et l'on attribuoit encore à une aversion imaginaire de la nature pour le vide, les phénomènes d'ascension de l'eau dans les pompes, du mercure dans le baromètre. Il fallut pour dissiper cette erreur, que le hasard fît naître une de ces circonstances heureuses qui, en excitant dans les esprits une vive fermentation, fécondent les germes des plus brillantes découvertes.

752. Des fontainiers d'Italie ayant voulu construire des pompes aspirantes dont les tuyaux avoient plus de 10,4 mèt. (32 pi.) de hauteur, observèrent avec surprise que l'eau refusoit de s'élever au-delà de ce terme. Ils regardèrent ce phénomène comme un caprice de la nature, dont ils demandèrent l'explication à Galilée. On assure qu'il répondit que la nature n'avoit horreur pour le vide que jusqu'à 10,4 mètres (32 pieds).

Digitized by Google

Toricelli, son disciple, méditant sur ce phénomène, soupçonna que l'eau s'élevoit dans les pompes par la pression de l'air extérieur, et l'expérience suivante, qu'il fit en 1645, ne tarda pas à justifier ses soupçons.

Deuxième expérience.

On prend un tube de verre d'environ un mètre de long (3 pieds 11 lignes), de 4 à 5 millimètres de diamètre, scellé par un bout et ouvert par l'autre ; on le remplit de mercure. Ayant appliqué le doigt sur l'orifice, on renverse le tube, et on place le bout ouvert dans une cuvette renfermant du mercure ; on retire le doigt, et on voit à l'instant le mercure descendre dans le tube à la hauteur d'environ 76 centimètres (28 pouces.) Cette hauteur étant à celle de 10,4 mètres (32 pieds) dans le rapport inverse des densités de l'eau et du mercure, il est facile d'en conclure que c'est réellement, comme Toricelli l'avoit d'abord soupçonné, la pression de l'air qui détermine l'eau ou le mercure à s'élever jusqu'à ce qu'il y ait équilibre.

753. Cette expérience fut répétée en 1646 par Pascal, qui imagina en 1647 de la ren-

Digitized by Google

dre plus décisive en la faisant à différentes hauteurs. Son beau-frère Perrier, qui étoit alors à Clermont en Auvergne, fut invité à la répéter sur la montagne du Puy-de-Dôme, et à observer si la colonne de mercure descendroit dans le tube à mesure qu'on s'élèveroit davantage. Le succès complet de cette expérience démontra non-seulement que l'air est pesant, mais encore qu'il exerce en vertu de sa pesanteur une pression qui dépend de sa hauteur.

L'air exerce une pression en tout sens à la manière des fluides. L'expérience de Toricelli démontre que l'air presse de haut en bas: pour se convaincre qu'il exerce une pression latérale et une pression de bas en haut, il suffit de faire sur le côté ou par le bas d'un tonneau plein, un orifice très-étroit. Le liquide ne s'écoule pas, parce que l'air qui répond à l'orifice exerce une pression sur ce liquide, qui n'a pas assez de hauteur pour la vaincre.

754. Ne soyons donc point surpris, 1°. que les corps mous soutiennent la pression de l'air sans changer de figure, et les corps fragiles sans se briser, quoique cette pression soit équivalente à celle d'une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces); 2°. de

Digitized by Google

sentir une pression très-forte sur la main placée à l'ouverture d'un récipient dans lequel on fait le vide ; 3°. de voir se briser en pièces une plaque mince de verre, mise avec un cuir interposé, sur un récipient ouvert par les deux bouts, qu'on purge d'air à la faveur de la machine pneumatique. Un récipient qui n'auroit pas une forme sphérique seroit brisé de même ; la forme sphérique est la seule qui puisse garantir du danger de la cassure ; 4°. d'éprouver, lorsqu'on veut écarter les ailes d'un soufflet dont les ouies et le bout sont bien fermés, une vive résistance qui s'évanouit du moment que l'intérieur du soufflet devient accessible à l'air extérieur ; 5°. enfin, de voir deux hémisphères de cuivre concaves, joints à la faveur d'un anneau de cuir mouillé, résister vivement, du moment qu'on en a pompé l'air, aux forces considérables qu'on emploie pour effectuer leur séparation.

Tout ce qui a rapport à la construction du baromètre, des pompes et des siphons, doit trouver ici naturellement sa place.

Digitized by Google

Du baromètre.

755. Le plus simple, le plus fidèle, et conséquemment le meilleur des baromètres connus, consiste dans un tube de Toricelli de plus de 81 centimètres (30 pouces) de long, rempli de mercure purgé d'air à la faveur de l'ébullition. Le tube est appliqué avec sa cuvette sur une planche divisée en centimètres et en millimètres, ou en pouces et en lignes, entre 70 centimètres (26 pouces) et 78 centimètres (29 pouces), à partir du niveau que donne le mercure renfermé dans la cuvette. Nous ne parlerons pas des différens baromètres qui ont été imaginés, 1°. Parce qu'ils sont tous construits d'après les même principes; 2°. Parce que n'offrant aucun avantage à la science, ils doivent tout au plus trouver place dans son histoire.

756. Le baromètre nous fourniroit un moyen d'observer avec précision les variations qu'éprouve la pression de l'atmosphère, si les mouvemens de la colonne de mercure, estimés d'après les indications de l'échelle, étoient exactement proportionnels aux différentes pressions de l'air. Cela n'est pas, et cette imperfection est attachée à la

Digitized by Google

construction de l'instrument; car à mesure que la colonne de mercure s'élève ou s'abaisse, une petite portion du mercure contenu dans la cuvette est forcée de passer dans le tube ou de rentrer dans la cuvette, ce qui fait varier la position du niveau; en sorte qu'il ne répond pas constamment au zéro de l'échelle, qui est cependant le terme de départ auquel se rapporte l'observation de la hauteur à laquelle répond l'extrémité de la colonne sur la même échelle. Plus la cuvette a de largeur vers l'endroit de la ligne de niveau, moins cette imperfection est sensible. Différens moyens ont été employés pour la faire disparoître entièrement.

Dans certains baromètres, on a rendu l'échelle mobile dans le sens de sa hauteur, de manière qu'à la faveur d'une vis de rappel, on est toujours le maître de ramener la ligne de niveau à se trouver exactement vis-à-vis le zéro de l'échelle. On substitue alors à la cuvette une portion du tube même de l'instrument recourbé par sa partie inférieure; la variation sensible de niveau, qui en résulte, pouvant toujours être corrigée par le mouvement de l'échelle.

D'autres physiciens emploient une se-

Digitized by Google

conde cuvette d'une plus grande capacité, et remplie en partie de mercure, dans laquelle la cuvette du baromètre est entièrement plongée. Lorsqu'on veut faire une observation, on élève le baromètre avec sa cuvette au-dessus du mercure environnant; et comme alors cette cuvette se trouve toujours pleine, la ligne de niveau donnée par la surface supérieure du mercure qu'elle contient, conserve une situation constante par rapport à la graduation.

757. L'échelle du baromètre a une base différente de celle du thermomètre. Dans celui-ci, les mouvemens de la colonne du mercure se mesurent en parties proportionnelles à la distance entre les deux limites données par l'observation. Ils diffèrent dans les divers thermomètres, quoique par des degrés semblables, quand les circonstances l'exigent. Dans le baromètre au contraire, où il n'y a qu'un terme fixe, savoir le niveau qui s'établit de lui-même dès le premier instant, la hauteur de la colonne se mesure d'une manière absolue.

758. Un des usages les plus ordinaires du baromètre est d'indiquer la pluie ou le beau temps, suivant que la colonne de mercure

Digitized by Google

s'abaisse ou s'élève dans le tube. Il est aisé de sentir que ces sortes d'indications sont le plus souvent équivoques, parce que la pluie et le beau temps sont des effets à la production desquels concourent différentes causes qu'il est difficile de connoître et d'apprécier, tandis que les variations dans la hauteur de la colonne de mercure contenue dans le tube, dépendent exclusivement des variations dans la pression de l'atmosphère.

Des pompes.

759. Les pompes sont des machines destinées à élever l'eau. Elles sont principalement composées d'un cylindre creux ou corps de pompe EF (fig. 101), poli en dedans et d'un diamètre égal dans toute sa longueur; d'un tuyau montant AT (fig. 102), pour conduire l'eau au lieu de sa destination; de soupapes S *s*; enfin d'un piston I qu'on fait descendre dans le corps de pompe à l'aide d'une tige métallique X*x*, à l'extrémité X de laquelle on adapte le moteur par le moyen d'un levier XY.

On construit différentes espèces de pompes. Les unes sont aspirantes, les autres fou-

Digitized by Google

lantes ; il y en a qui sont à-la-fois aspirantes et foulantes.

760. La pompe aspirante (fig. 101) est composée d'un corps de pompe EF, ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration FP. Au point de réunion de ce tuyau avec le corps de pompe, est une soupape *s* qui, en se soulevant, permet à l'eau de passer du tuyau d'aspiration PF dans le corps de pompe FE, et qui, en s'abaissant, l'empêche d'en sortir par la même voie. Dans le corps de pompe est un piston I qu'on met en jeu à la faveur d'un levier XZY. Cette pompe doit être située de manière qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration FP qui plonge dans l'eau.

Lorsque la pompe n'est pas en jeu, les deux soupapes S et *s* sont fermées par leur propre poids. Si l'on soulève le piston I, en donnant au levier XZY la situation *uZy*, on soulève la colonne d'air qui repose dessus ; et l'air qui est renfermé dans le tuyau d'aspiration depuis la surface de l'eau *a* jusqu'au piston, devient plus rare que l'air extérieur. Celui-ci presse donc avec avantage sur la surface de l'eau *a*, et l'oblige à monter

Digitized by Google

dans le tuyau d'aspiration jusqu'à ce que l'air intérieur ait repris sa première densité en occupant moins de place : de sorte qu'après quelques coups de piston, l'eau arrive au corps de pompe, et passe, en soulevant successivement les soupapes *s* et S, à travers le piston qui, en s'élevant, détermine l'eau à s'échapper par le tuyau de décharge E.

La pression de l'air étant la seule cause de l'élévation de l'eau dans les pompes aspirantes, et cette pression étant égale à celle d'une colonne d'eau de 10,4 mètres (32 pieds), on voit que le tuyau d'aspiration ne peut pas avoir plus de 10,4 mètres de longueur. Il faudroit même pour donner cette longueur au tuyau d'aspiration, que la pompe fût faite avec toute la précision dont elle est susceptible, qu'elle fût placée au niveau de la mer, parce que c'est-là que la pression de l'air est la plus forte ; enfin, que cette pression fût constante, ce qui n'arrive presque jamais. Aussi, dans l'usage ordinaire, ne donne-t-on aux tuyaux d'aspiration qu'environ 8 mètres (25 pieds) de longueur.

La colonne d'eau qu'on élève à l'aide des pompes foulantes, repose quelquefois sur le

Digitized by Google

piston que l'on tire (fig. 102), quelquefois la colonne d'eau résiste au piston que l'on pousse (fig. 103). Pour les distinguer, on donne aux premières le nom de pompes foulantes soulevantes, et aux secondes, celui de pompes foulantes repoussantes.

761. Dans la pompe foulante soulevante (fig. 102), on distingue un corps de pompe AB, à la partie inférieure duquel est placé un bout de tuyau BN, ouvert par le bas, ou mieux encore, percé de trous dans toute sa longueur. Au point de réunion de ce bout de tuyau avec le corps de pompe, est une soupape *s* qui, en se soulevant, permet à l'eau d'entrer dans le corps de pompe; mais qui ensuite, en s'abaissant, ne lui permet pas d'en sortir. Dans ce corps de pompe, est un piston I percé de part en part, garni dans sa partie supérieure d'une soupape S, et surmonté d'une fourchette *x*, par laquelle il est joint, au moyen d'une tête fendue comme celle d'un compas, à la tige *x*X qui le met en jeu à la faveur du levier XZY. A la partie supérieure A du corps de pompe est adapté le tuyau montant AT qui a son tuyau de décharge en T. Cette pompe doit être située d'une manière quelconque dans le bas-

Digitized by Google

sin, en sorte que le corps de pompe AB soit tout entier au-dessous de la surface de l'eau AA.

Lorsqu'on soulève le piston I, en abaissant l'extrémité Y du levier YZX, de manière que le levier prenne la situation *y*Z*u*, ce piston s'élève dans le corps de pompe AB, d'une quantité égale à X*u*; dans le même temps, la soupape *s* se soulève, et l'eau passe du bassin dans la pompe, par la pression de l'eau extérieure. Si l'on abaisse ensuite le piston, cette pression fait fermer la soupape *s*, et soulève la soupape S. L'eau qui étoit au-dessous du piston se trouve par-dessus. La soupape S s'abaisse et met obstacle à la sortie de l'eau lorsqu'on soulève de nouveau. Un second coup de piston élèvera donc cette quantité d'eau, et permettra, par le même mécanisme, à une nouvelle quantité de passer dans la pompe, et de-là au-dessus du piston, comme a fait la première: de sorte que par un certain nombre de coups de piston, on parviendra à remplir le tuyau montant AT, et alors, à chaque coup de piston, il sortira par le tuyau de décharge T, une masse d'eau égale à un cylindre qui a pour base la largeur du piston,

Digitized by Google

et pour longueur, l'espace que le piston parcourt dans le corps de pompe.

762. La pompe foulante repoussante est composée d'un corps de pompe CD (fig. 103) tout-à-fait fermé par le bas, entièrement ouvert par le haut, et dans lequel est un piston K qui ne diffère de celui de la pompe foulante soulevante, qu'en ce que la soupape S est placée à sa partie inférieure. Ce piston est mis en jeu à la faveur du levier YXZ. Son tuyau montant DO est placé à côté du corps de pompe avec lequel il communique, et est garni d'une soupape *s* dans sa partie inférieure. Cette pompe doit être située dans le bassin, de manière que le corps de pompe CD soit tout entier au-dessous de la surface de l'eau.

Le corps de pompe est rempli d'eau qui tombe par l'ouverture C, et passe au travers du piston K dont la soupape S, d'après sa position, se trouve naturellement ouverte. Si l'on abaisse le piston K en donnant au levier YXZ la situation *y x* Z, la résistance de l'eau contre la soupape la ferme aussi-tôt. Cette eau ne peut donc pas repasser au-dessus du piston, et conséquemment elle est forcée d'enfiler le tuyau montant DO, en

Digitized by Google

soulevant la soupape *s*. Du moment qu'on retire le piston, la soupape *s* se ferme par la pression de l'eau qui est au-dessus, et la soupape S s'ouvre en retombant par son propre poids : il passe donc au-dessous du piston une nouvelle masse d'eau qui, par un second abaissement du même piston, est contrainte de passer, comme la première, dans le tuyau montant : de sorte que par un certain nombre de coups de piston, on parvient à remplir le tuyau montant DO. Tout se passe alors comme dans la pompe foulante soulevante. Si dans ces deux pompes le diamètre du piston est le même, ainsi que la hauteur perpendiculaire des tuyaux montans, les poids des deux colonnes d'eau sont évidemment égaux, et conséquemment ces deux pompes exigent la même force pour être mises en jeu.

La pompe aspirante et la pompe foulante présentent des inconvéniens qui en font souvent interdire l'usage. La première ne peut élever l'eau qu'à une petite hauteur; la seconde élève l'eau à une hauteur considérable; mais on est toujours obligé de placer son corps de pompe dans le bassin; et si l'on est forcé d'y travailler, il faut ou vider

Digitized by Google

le bassin ou en retirer le corps de pompe. On fait disparoître ces sortes d'inconvéniens en employant des pompes tout-à-la-fois aspirantes et foulantes.

763. Elles sont composées d'un corps de pompe GH (fig. 104.) ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration HV. Au point de réunion de ce tuyau avec le corps de pompe, est une soupape S, destinée au même usage que dans la pompe simplement aspirante. Dans le corps de pompe est un piston M qui n'est point percé et qu'on met en jeu à l'aide de la tige xX et du levier YXZ. A côté du corps de pompe et vers le bas, est adapté un tuyau montant HR, garni d'une soupape s dans sa partie inférieure, et d'un tuyau de décharge R dans sa partie supérieure. Cette pompe doit être située de manière qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration qui plonge dans l'eau.

Il est aisé de voir que la première action de cette pompe est d'être aspirante; car si l'on soulève le piston M, en donnant au levier YXZ la situation $y u$Z, on soulève la colonne d'air qui repose dessus; l'air qui remplit le tuyau d'aspiration devient plus

Digitized by Google

rare que l'air extérieur. Celui-ci agit donc avec avantage sur la surface de l'eau AA, et la détermine, après quelques coups de piston, à passer dans le corps de pompe. Alors si l'on abaisse le piston M, la soupape S se ferme, et l'eau est forcée d'enfiler le tuyau montant HR, en soulevant la soupape *s* qui, du moment que la pression cesse, retombe par son poids et par celui de l'eau qui est au-dessus.

Ces sortes de pompes présentent le double avantage d'élever l'eau à la hauteur qu'on veut atteindre, et d'avoir leurs corps de pompe placés hors de l'eau.

764. On peut ranger dans la même classe la pompe d'incendie qui non-seulement est à-la-fois aspirante et foulante ; mais dont le jet est continu, quoiqu'elle n'ait qu'un corps. Sa construction est la même que celle de la pompe aspirante et foulante, avec cette différence que son tuyau d'aspiration est beaucoup plus court, et qu'au lieu de tuyau montant solide, elle porte un tuyau de cuir, auquel on donne une longueur convenable.

Le jeu des pompes dépend principalement de la régularité du mouvement alternatif des soupapes. Il importe donc qu'elles

Digitized by Google

soient construites et disposées de manière qu'elles tiennent bien l'eau quand elles sont fermées, et qu'elles s'ouvrent avec facilité lorsque les circonstances le commandent. Les meilleures sont de métal et taillées en forme de cône tronqué.

On fait les pistons avec des rondelles de cuir, serrées par deux autres de métal. Les pistons qui sont entièrement de métal sont préférables, 1°. parce qu'ils n'exigent aucune réparation; 2°. parce qu'ils sont moins susceptibles d'éprouver l'influence de l'humidité ou de la sécheresse.

Des syphons.

765. Un tuyau courbe ABC dont une branche AB (fig. 105) est plus courte que l'autre BC, se nomme syphon. Pour se servir de cette machine, on place l'extrémité A de la courte branche AB dans le vase EE qui renferme le liquide. On suce par l'extrémité C de la longue branche; l'air s'échappe, l'écoulement commence et ne finit que lorsque la courte branche ne plonge plus du tout dans le liquide.

Cet effet a évidemment pour cause la pression de l'air qui pousse le liquide dans

Digitized by Google

le syphon, en pressant sur la surface de celui que le vase renferme. L'air presse aussi le liquide qui sort par l'orifice C et le soutient. Ces pressions sont égales et opposées dans la partie supérieure du syphon, et équivalent dans cet endroit au poids de l'atmosphère, moins les poids des colonnes de liquide qui sont soutenues par les pressions. La colonne de liquide dans la branche BC a plus de hauteur que la colonne opposée : donc la pression de l'air souffre une diminution plus grande du côté de BC, et la pression opposée la surpasse : ce qui produit l'écoulement par C.

Il est aisé de voir que l'écoulement ne peut avoir lieu ; 1°. si les branches du syphon sont égales ; 2°. si la courte branche étant plongée dans un liquide, sa hauteur est plus grande que 10,4 mètres (32 pieds).

CHAPITRE II.

De l'élasticité de l'air.

766. Nous avons démontré que l'air est pesant, et qu'en vertu de sa pesanteur, il exerce une pression égale en tout sens. Cette

Digitized by Google

propriété lui est commune avec tous les fluides ; mais ce qui l'en distingue, c'est son élasticité, c'est-à-dire la qualité qu'il a d'être composé de parties qui se laissant réduire à de moindres dimensions par une force quelconque, tendent autant qu'elles peuvent, à surmonter cette pression et à racquérir leur première étendue, en réagissant contre les corps qui les compriment. Chacun peut se convaincre de cette propriété de l'air par les expériences suivantes.

Première expérience.

On prend une vessie enflée et bien fermée. L'air qu'elle contient se réduit à un moindre espace quand on la presse entre les mains. Mais aussi-tôt qu'on cesse de presser, il se rétablit de lui-même dans l'espace qu'il avoit auparavant. On sent même, quand on le comprime, l'effort qu'il oppose à l'action qu'on exerce sur lui.

Deuxième expérience.

On met dans une boîte A (fig. 106) dont le diamètre intérieur est d'environ 81 millimètres (3 pouces), une vessie exactement fermée, et qui n'est remplie d'air qu'en par-

Digitized by Google

tie. On place sur cette vessie un poids de plomb P de 18 kilogrammes (environ 36 livres), et qui entre dans la boîte de manière qu'il ne laisse de vide que la place de la vessie. On couvre cette boîte d'un récipient assez haut pour que le poids P puisse être élevé de 27 millimètres (1 pouce) : on pompe l'air; la vessie enfle et élève le poids.

767. La force élastique de l'air est toujours égale à la force qui le comprime. Si elle étoit moindre que cette force, l'air se laisseroit encore comprimer davantage. Si elle étoit plus grande, l'air ne céderoit pas autant, puisque la réaction est toujours égale à l'action.

Il suit de-là que la force élastique d'une bulle d'air prise dans les couches inférieures de l'atmosphère, est égale au poids de la colonne d'air qui repose sur elle, puisque ce poids est la force qui la retient dans l'espace étroit qu'elle occupe. Aussi, du moment qu'on la débarrasse de ce poids, à la faveur de la machine pneumatique, tend-elle subitement à s'étendre jusqu'à ce que sa pesanteur et son élasticité soient en équilibre.

768. L'espace qu'occupe une quantité d'air déterminée est toujours en raison in-

Digitized by Google

verse de la force qui le comprime, et conséquemment en raison inverse de sa force élastique.

Troisième expérience.

On prend un tube AB (fig. 107) scellé hermétiquement en A et ouvert en B : on le remplit de mercure à l'exception d'un certain espace qu'on laisse rempli d'air. On applique le doigt à l'orifice B, et on renverse le tube pour laisser monter l'air dans la partie supérieure AD : on plonge ensuite le bout B dans une cuvette pleine de mercure. Ce fluide ne s'arrête pas à la hauteur BC que nous supposons être sa hauteur ordinaire ; mais il descend jusqu'en E, parce que l'air qui est dans AD se dilate dans l'espace AE.

A la faveur de cette expérience qui sert à mesurer exactement les grandeurs AD, ED, ainsi que les hauteurs BC, BE, Boyle et Mariotte ont démontré de la manière suivante la vérité qui nous occupe. La force qui comprimoit l'air pendant qu'il occupoit l'espace AD, est égale au poids de l'atmosphère qui peut être représenté par le poids de la colonne de mercure BC. Après l'expérience, son volume a augmenté de manière

Digitized by Google

qu'il occupe l'espace AE : donc l'élasticité qui reste à cet air dilaté, plus le poids de la colonne de mercure EB égale le poids de l'atmosphère, ou le poids de la colonne de mercure BC = BE + EC. Si on ôte de ces deux sommes égales, la colonne de mercure BE qui leur est commune, les restes sont égaux, et conséquemment l'élasticité de l'air dilaté au point d'occuper l'espace AE égale le poids de la colonne de mercure EC; or, en mesurant les longueurs AD, AE que l'air occupe dans les deux cas, on trouve que AD : AE :: EC : BC; donc l'espace qu'occupe une quantité d'air déterminée est en raison inverse de la force qui le comprime.

769. Il est aisé de se convaincre par l'expérience suivante, que la même proportion subsiste lorsque l'air est condensé.

Quatrième expérience.

On prend un tube recourbé ONM (fig. 108), dont la branche NM a par-tout le même diamètre. On y verse d'abord un peu de mercure pour remplir ON et renfermer l'air dans NM, sans lui faire éprouver la moindre condensation. Cet air se trouve alors comprimé par le poids de l'atmosphère, qui

Digitized by Google

équivaut au poids d'une colonne de mercure de 76 centimètres. Alors, si l'on verse du mercure dans la branche PO, jusqu'à la hauteur XO, l'air renfermé dans NM sera comprimé par le poids du mercure XO, qui fait monter le mercure depuis N jusqu'à Z; de sorte que l'air n'occupera que la hauteur MZ. Si on tire une ligne horizontale ZF, il est aisé de voir que le poids du mercure en ZN, est en équilibre avec celui de FO, et que l'air occupant l'espace MZ n'est comprimé que par la colonne de mercure FX, et de plus, par le poids de l'atmosphère, équivalant à une colonne de mercure de 76 centimètres; or, si on mesure les hauteurs MZ, MN qui sont successivement occupées par l'air, on trouve que MZ est à MN comme le poids d'une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces) est au poids d'une semblable colonne de mercure plus au poids de la colonne de mercure XF, c'est-à-dire en raison inverse des poids qui les compriment.

Le rapport trouvé ne peut avoir lieu que dans la supposition que les tubes employés pour ces sortes d'expériences, sont véritablement cylindriques. Cela vient de ce

Digitized by Google

que nous supposons les espaces MZ, MN; AD et AE l'un à l'autre comme les longueurs; supposition fausse si les tubes ne sont pas parfaitement cylindriques.

770. Si l'air avoit par-tout la même densité, il seroit facile de déterminer les limites de l'atmosphère. Supposons en effet à toute l'atmosphère la densité de l'air à la température de la glace fondante, et comprimée par une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces), sa hauteur seroit de 7815 mètres (24058 pieds), comme il est aisé de s'en convaincre en remontant aux loix de l'équilibre des fluides. Mais il s'en faut que la densité de l'air soit constante; car puisque chaque couche d'air est comprimée par les couches supérieures; puisque les couches les plus élevées sont moins comprimées; enfin, puisque la densité de l'air est par-tout comme la force qui le comprime, il s'ensuit nécessairement que la densité de l'air diminue à mesure que l'on s'élève au-dessus de la surface de la terre.

771. Mais jusqu'à quel point l'air est-il capable de se dilater et de se condenser? La solution de ce problême a échappé jusqu'ici à l'activité des physiciens. Boyle a observé

Digitized by Google

que l'air peut se dilater au point de devenir 10000 fois plus rare qu'il n'est dans son état naturel. Halley, Huyghens, Papin, l'ont vu 60 fois plus condensé que celui que nous respirons. Ces termes de dilatation et de condensation de l'air ne sont sans doute pas ceux où s'arrête la nature : il y a néanmoins une limite qu'il lui est impossible de franchir. La condensation ne peut aller jusqu'à la pénétration des parties ; et si la dilatation de l'air augmente avec sa distance à la surface de la terre, son ressort sera aussi d'autant plus affoibli, que la force avec laquelle chaque molécule d'air tend à s'éloigner de celles qui sont au-dessous d'elle, sera devenue moindre que la force de la pesanteur qui les ramène constamment vers le centre de la terre. La dilatation de l'air aura donc son terme au point où ces deux forces opposées seront égales.

772. Quoiqu'à cause de sa pesanteur, l'air ne puisse se dilater au-delà d'un certain terme, il n'est pourtant pas possible de fixer avec précision les limites de l'atmosphère : car comme l'air peut devenir de plus en plus rare, une masse d'air dont le poids égale celui d'une colonne de mercure

Digitized by Google

de 76 centimètres (28 pouces) pourra aussi de plus en plus s'étendre et devenir plus rare, de manière que les limites de l'atmosphère se reculent à l'infini : nous devons donc nous borner à déterminer le degré de raréfaction de l'air à une distance donnée de la surface de la terre.

Soit un vaisseau $xayx$ (fig. 109), dont le fond ay touche la surface de la terre, et dont la partie supérieure xx aboutisse à l'extrémité supérieure de l'atmosphère. Imaginons le côté ax divisé en plusieurs parties ab, bc, cd, &c. chacune de 27 millimètres (1 pouce), et soient menées les lignes bk, cl, dm, &c. parallèles à ay. Il est clair que l'air renfermé dans l'espace $bkcl$ est plus rare que l'air contenu dans l'espace $aybk$. L'air renfermé dans l'espace $cdml$ est plus rare que celui que contient l'espace $bkcl$; et ainsi de suite, l'air de chaque couche de 27 millimètres (1 pouce), est plus rare que celui de la couche qui est immédiatement dessous. Supposons à présent que chaque couche d'air de 27 millimètres soit par-tout de la même densité, mais cependant plus dense que celui de la couche supérieure. Supposons encore que l'air contenu

Digitized by Google

dans l'espace *bl* soit réduit en un moindre volume, en sorte qu'il prenne la même densité que l'air *ak*, ce qu'il est facile de déterminer en faisant l'espace *bq* moindre que *bl* dans le même rapport que l'air *bl* est moins dense que l'air *ak*; soit de même l'air *cm* réduit à l'espace *cr*, l'air *dn* à l'espace *ds*, &c. en un mot, que chaque couche d'air soit réduite à la même densité que l'air *ak*. Il est évident par cette construction que les espaces *ak*, *bq*, *cr*, *ds*, &c. sont comme les densités respectives de toutes les couches *ak*, *bl*, *cm*, *dn*; et conséquemment, que la quantité, ou le poids de l'air qui s'étend de chacun de ces espaces jusqu'à l'extrémité de l'atmosphère, sera comme la somme de tous les espaces réduits qui se trouveront au-dessus de l'espace proposé; ainsi la quantité ou le poids de l'air au-dessus de l'espace *ak*, sera comme la somme des espaces *bq*, *cr*, *ds*, *et*, *fu*, &c.; car l'air étant par-tout réduit à la même densité, sa quantité ou son poids sera comme l'espace qu'il occupe.

Cela posé, la densité de l'air est comme la force qui le comprime, n°. 768: donc la densité de l'air à chaque distance de la surface

Digitized by Google

de la terre est comme la quantité ou le poids de la partie de l'atmosphère qui repose sur lui : donc les densités de l'air en *ak*, *bl*, *cm*, sont l'une à l'autre respectivement, comme les quantités d'air au-dessus de *bk*, *cl*, *dm*; mais nous avons vu que ces densités sont comme les espaces *ak*, *bq*, *cr*, respectivement; et les quantités qui s'étendent jusqu'au haut de l'atmosphère, sont aussi comme les espaces *xb*B*qrstux*, *xc*R*rstux*, *xd*S*stux* : donc les espaces *ak*, *bq*, *cr* sont entr'eux respectivement comme *xb*B*qrstux*, *xc*R*rstux*, *xd*S*stux*; mais les premiers espaces *ak*, *bq*, *cr* sont les différences des derniers : donc les espaces *ak*, *bq*, *cr* sont en progression géométrique, lorsque les distances *ab*, *ac*, *ad* sont en progression arithmétique; et comme les densités de l'air qui est dans ces trois premières couches sont en progression géométrique, les densités de celui des autres couches que nous supposons formées jusqu'au haut de l'atmosphère, décroissent aussi suivant la même progression.

773. La rarité d'un corps étant en raison inverse de sa densité, il s'ensuit que quand les distances de la surface de la terre crois-

Digitized by Google

sent en progression arithmétique, les différens degrés de rarité croissent en progression géométrique, et conséquemment que le degré d'élévation est par-tout proportionnel au logarithme de la rarité : d'où il résulte que si nous connoissons par l'expérience, la rarité de l'air à une élévation quelconque, nous trouverons quelle est sa rarité à une autre élévation proposée, en faisant la proportion suivante. Comme l'élévation à laquelle l'expérience a été faite, est à l'élévation proposée, ainsi le logarithme de la rarité de l'air à la première élévation est au logarithme de sa rarité à la hauteur proposée. Ainsi, il suit de la fameuse expérience faite par Perrier sur la montagne du Puy-de-Dôme, qu'à la hauteur de 12000 mètres, l'air est quatre fois plus rare qu'à la surface de la terre.

Nous avons supposé jusqu'ici que l'air de chaque couche de 27 millimètres de hauteur, est de même densité dans toute son étendue. Cette supposition n'est pas exacte ; car la densité de l'air varie pour peu que la hauteur change. La conclusion que nous en avons tirée n'en est pourtant pas moins certaine, parce que si au lieu de diviser l'atmosphère

Digitized by Google

en couches de 27 millimètres (1 pouce) de hauteur, comme nous l'avons fait, nous la divisons en couches infiniment petites, et qu'on leur applique ce que nous avons dit des couches de 27 millimètres, on obtiendra toujours le même résultat.

774. L'élasticité de l'air étant une fois bien connue, il nous est facile de démontrer qu'il est impossible de faire le vide parfait à l'aide de la machine pneumatique. Toutes les fois qu'on élève le piston, il se fait dans le corps de pompe un vide, qui est subitement rempli par l'air du récipient qui continue d'y passer jusqu'à ce qu'il ait la même densité dans le corps de pompe et dans le récipient; car si sa densité dans le corps de pompe étoit moindre que dans le récipient, sa force élastique qui est toujours proportionnelle à sa densité, seroit aussi moindre, et laisseroit conséquemment encore passer de l'air du récipient dans la pompe jusqu'à ce qu'enfin les densités fussent égales: d'où il résulte que l'air qui reste dans le récipient après chaque coup de piston est à celui qui étoit dans ce récipient, immédiatement avant ce coup, comme la capacité du récipient est à la capacité de la

Digitized by Google

pompe et du récipient pris ensemble, c'est-à-dire que la quantité d'air du récipient diminue à chaque coup de piston, en raison de la capacité du récipient à celle du même récipient et du corps de pompe pris ensemble : chaque reste est donc toujours moindre que le reste précédent dans la même raison donnée; d'où il suit qu'ils sont tous dans une progression géométrique décroissante; et conséquemment que le vide parfait ne peut exister dans le récipient qu'après un nombre infini de coups de piston, ce qui est impossible.

Pour rendre cette vérité plus sensible, supposons la capacité du récipient double de celle du corps de pompe; après le premier coup de piston, le reste est les $\frac{2}{3}$; par la même raison le reste après le second coup, est les $\frac{2}{3}$ du reste précédent ou $\frac{4}{9}$, et ainsi de suite; cette diminution étant toujours dans la même raison de 2 à 3, il s'ensuit que les quantités d'air restantes dans le récipient, décroissent en progression géométrique.

Il nous reste à parler de plusieurs machines à air dont le mécanisme est aujourd'hui aussi généralement connu que la cause des effets qu'elles produisent. Nous nous bor-

Digitized by Google

nerons à dire un mot de la fontaine de compression et de la fontaine d'Héron.

775. La fontaine de compression est composée d'un vaisseau de cuivre AB (fig. 110) porté sur un pied CD. On y joint un canal NO ouvert de part et d'autre, garni d'un robinet R qui s'ajuste à vis au vaisseau, et dont le bout inférieur O descend à une ligne près du fond. Pour mettre cette machine en jeu, on la remplit d'eau environ jusqu'aux deux tiers de sa capacité; par exemple, jusqu'en AB, et cela par l'endroit où se visse le canal NO. On remet ce canal en sa place : on dévisse le petit ajutage N; et on lui substitue une petite pompe foulante PQ (fig. 111) qui sert à faire entrer beaucoup d'air. On ferme ensuite le robinet R, et on ôte la pompe pour lui substituer l'ajutage percé d'un ou plusieurs trous.

La pompe reçoit l'air par un orifice pratiqué vers P, au-dessous duquel on élève le piston; et ce même piston, en descendant, le force de passer par un petit trou pratiqué au fond, et sur lequel on a mis en dehors une soupape, pour empêcher que l'air ou l'eau revienne dans la pompe, quand on élève de nouveau le piston. L'air ainsi poussé par

Digitized by Google

le piston traverse donc le canal NO; il s'élève par sa légéreté au-dessus de l'eau, se réunit à l'air qui occupe la place ANB, et augmente conséquemment sa densité. Cet air acquiert donc par la compression une force élastique supérieure à la pression de l'air extérieur qui résiste à l'orifice N du canal. Cette force agit sur la surface AB de l'eau, et la détermine à monter par le canal ON, avec d'autant plus de vîtesse, que la densité de l'air renfermé dans le vaisseau, l'emporte davantage sur celle de l'air extérieur.

Après avoir fortement comprimé l'air en ANB, si on ouvre le robinet R, l'eau s'élance et s'élève d'abord à la hauteur de 9 ou 10 mètres (environ 30 pieds); mais bientôt après la densité de l'air qui donne l'impulsion à l'eau, diminue; sa force élastique décroît dans le même rapport, et la hauteur du jet devient moindre.

776. La fontaine d'Héron est composée de deux boîtes creuses, de métal AB, E'F (fig. 112), auxquelles on peut donner une forme quelconque. Ces boîtes sont réunies à la faveur des tuyaux de même matière CD, IK, ML, et surmontées d'un bassin GH.

Digitized by Google

Le tout est porté sur un pied quelconque. Le bassin GH communique à la boîte supérieure AB, par le tuyau CD ouvert en D, et qui porte en C un ajutage qu'on y visse au besoin. Le tuyau se vissant au fond du bassin, peut, selon le besoin, s'ôter et se remettre en place. Le même bassin GH communique à la boîte inférieure E'F par le tuyau IK, ouvert aux deux bouts, et qui aboutit jusques vers le fond de la boîte. Enfin, les deux boîtes communiquent entr'elles par le tuyau ML ouvert aux deux extrémités, et traversant la boîte supérieure AB dans presque toute sa hauteur. Pour mettre cette fontaine en jeu, on remplit en grande partie d'eau, la boîte supérieure après avoir dévissé le tuyau CD, qu'on remet ensuite à sa place; et on verse de l'eau dans le bassin GH, de manière que le tuyau IK soit toujours plein.

L'eau qui fait effort pour descendre dans la boîte inférieure EF pèse sur la masse d'air qui remplit sa capacité. L'air comprimé s'échappe par le tuyau LM, et exerce toute l'activité de son ressort sur la surface AB de l'eau qui remplit la boîte supérieure, et cette eau comprimée s'élance en forme de jet par le tuyau DC.

Digitized by Google

CHAPITRE III.

Du son.

777. Le son consiste dans un mouvement de vibration, imprimé à un corps sonore, communiqué ensuite par ce corps au fluide qui l'environne, et transmis enfin par ce fluide jusqu'à l'organe de l'ouïe qui en reçoit l'impression. Nous allons l'envisager sous ces différens rapports.

778. Les molécules des corps qui rendent du son ont un mouvement de vibration; car si l'on frappe des corps qui ne sont pas élastiques, ils ne rendent aucun son. Ce mouvement de vibration se trouve dans tous les corps sonores; il est sensible dans les cordes de violon, de harpe, de clavecin; il se manifeste sur-tout dans les grandes cloches et dans plusieurs autres corps.

Première expérience.

Frappez une cloche de verre mince, que vous tenez à la main par le bouton qui est au-dessus, et approchez son embouchure d'un corps solide en repos : si la distance est

Digitized by Google

petite, la cloche, par son mouvement de vibration, frappera ce corps plusieurs fois.

779. Il importe d'observer que le son ne dépend pas immédiatement de ce mouvement de vibration qui se manifeste à la vue, mais d'un autre mouvement de vibration, dont les moindres molécules sont animées dans le mouvement dont il s'agit.

Deuxième expérience.

Une lame de fer à ressort ACB (fig. 113), suspendue à un mouvement de vibration visible, si ayant approché les deux extrémités A et B l'une de l'autre, on les lâche subitement; cependant aucun son ne se fait entendre. Mais si on la frappe de côté, elle est animée de ce mouvement de vibration visible, et on entend le son.

780. Lorsqu'on frappe un corps sonore, il rend du son pendant quelque temps après le choc; car une fibre mise en mouvement, continue ses vibrations en vertu de son ressort.

781. L'air est le milieu, à travers lequel le son se propage depuis le corps sonore jusqu'à l'organe de l'ouïe.

Digitized by Google

Troisième expérience.

On place sur la platine de la machine pneumatique deux coussins de coton, sur lesquels on met une petite table de plomb qui porte une montre à réveil. On couvre le tout d'un récipient dont on pompe l'air; aucun son ne se fait entendre. Si on introduit un peu d'air sous le récipient, aussi-tôt on entend un son foible qui se fortifie graduellement à mesure que l'air rentre.

782. Cette expérience ne nous permet pas de douter que l'air est le véhicule du son. Il se répand aussi à travers l'eau, et à travers quelques corps solides; mais dans ce cas, il est très-affoibli. Ce qu'il importe de concevoir clairement, c'est la manière dont se fait la propagation du son à travers le fluide atmosphérique.

Si l'on jette une pierre sur la surface d'une eau tranquille, la surface de l'eau se couvre de vagues circulaires qui naissent successivement de la pierre comme centre, et s'en éloignent toujours parallèlement, en augmentant de grandeur, jusqu'à ce qu'enfin rencontrant le bord, elles s'évanouissent ou se réfléchissent les unes sur les autres.

Digitized by Google

De même, disent quelques physiciens, les mouvemens de vibration excités dans les corps sonores produisent dans l'air de semblables vagues, qui, s'étendant à de grandes distances dans des cercles concentriques, parviennent enfin à l'organe de l'ouïe.

Ces mouvemens de l'air et de l'eau ont, sans doute, quelques traits de ressemblance. Mais ils présentent, sous certains rapports, une espèce d'opposition qui ne permet pas de les confondre.

Quand les molécules du corps sonore prennent un mouvement de vibration, elles sont portées successivement en avant et en arrière; quand elles vont en avant, elles pressent nécessairement les molécules aériennes qui leur sont contiguës, leur impriment un mouvement en avant dans la même direction que le leur, et conséquemment les condensent. Mais quand les parties du corps sonore retournent en arrière, les parties d'air qui avoient été condensées, se rétablissent en se dilatant: d'où il résulte évidemment que les molécules d'air contiguës, acquièrent un mouvement de vibration semblable à celui du corps sonore.

Puisque le corps sonore fait naître un

Digitized by Google

mouvement de vibration dans les molécules d'air qui lui sont contiguës, celles-ci communiqueront un pareil mouvement à leurs voisines; celles-ci à d'autres, et ainsi de suite; et de même que les premières sont condensées en allant en avant, dilatées en retournant en arrière, les dernières sont aussi condensées en avant, et dilatées en retournant en arrière : d'où il suit qu'elles n'iront pas toutes ensemble en avant, et ne reviendront pas toutes ensemble; car, dans ce cas, leurs distances respectives seroient toujours les mêmes, et conséquemment elles ne pourroient être successivement condensées ni dilatées; mais en se choquant les unes les autres quand elles sont condensées, et en s'écartant quand elles sont dilatées, il faut qu'une partie aille en avant lorsque l'autre retourne en arrière, et que cela se fasse successivement depuis la première jusqu'à la dernière.

783. C'est ainsi que se fait la propagation du son par les vibrations successives de l'air, qui, partant du corps sonore, vont aboutir jusqu'à l'organe de l'ouïe; et comme les vibrations des corps sonores se succèdent par des intervalles de temps égaux, celles qui

Digitized by Google

sont excitées dans l'air par ces différentes vibrations, se succèdent aussi les unes aux autres par des intervalles de temps égaux.

784. Les ondulations de l'air consistent donc dans une dilatation et une condensation réciproque de ses différentes parties, comme celles de l'eau consistent dans un flux et reflux successif et réciproque des parties de l'eau. Les vibrations des parties d'air condensées répondent aux ascensions de l'eau dans le flux, et comme ces parties d'eau, ainsi élevées, descendent par leur pesanteur, de même les parties d'air condensées se dilatent ensuite par la force de leur ressort.

785. Il importe de remarquer que la propagation des ondes aériennes se fait selon toutes sortes de directions. Car l'air environnant les ondes qui se forment dans la direction du mouvement des parties du corps sonore, étant dans son état naturel, deviendra, tantôt plus rare, tantôt plus dense, selon que celui qui fera ses vibrations sera condensé ou dilaté. Il arrivera donc que quand l'air des ondes se dilatera, celui qui l'environne sera condensé et occupera leur place, c'est-à-dire, que cet air environnant sera plus dense dans le temps des vibrations,

Digitized by Google

et plus rare dans leurs intervalles : il acquerra donc aussi ce mouvement d'ondulation, qu'a produit le corps sonore sur les parties qui l'entourent immédiatement. Et comme l'air qui environne celui qui est directement exposé aux premières vibrations, acquiert lui-même ce mouvement, il doit le communiquer à l'air qui l'environne, et ainsi ces ondes s'étendront dans toutes les régions de l'atmosphère, selon toutes les directions imaginables.

786. Tâchons à présent d'apprécier la différence des vîtesses des ondes de l'air et de celles de l'eau. Il est aujourd'hui généralement reconnu que tous les sons sont portés à travers l'air avec une vîtesse déterminée, sur laquelle l'intensité du son n'a jamais aucune influence. *Gassendi*, et quelques physiciens, après lui, imaginant une parfaite analogie entre les ondulations de l'air et celles de l'eau, ont cru que les ondes de l'eau s'étendoient toujours comme celles de l'air, depuis le corps central qui les excite aussi avec une vîtesse déterminée, quelle que fût la grandeur ou la force du corps central qui les fait naître.

787. Les académiciens de Florence ont

Digitized by Google

réfuté complètement cette opinion par des expériences multipliées, qui attestent que plus une pierre est large, et plus la force avec laquelle elle est lancée sur la surface d'une eau tranquille est grande, plus aussi les ondes formées ont de vîtesse.

788. *Newton* a considéré la nature des vagues de l'eau, la manière dont elles se forment, et de cette seule considération, il a déduit à *priori* les vîtesses. Il a conclu que quand la force qui fait naître ces ondes devient plus grande, et conséquemment que quand leurs distances mutuelles sont aussi plus grandes, leurs vîtesses augmentent comme les racines quarrées de leurs distances; et ce qu'il y a de plus particulier, c'est qu'il fait voir que, dans tous les cas, la vîtesse est telle, que si l'on prend la longueur d'un pendule, égale à la distance des ondes, elles parcourront un espace égal à ce même intervalle entre deux ondes, dans le temps que le pendule fera ses vibrations. *Newton* a déduit aussi à *priori* la vîtesse du son. Je me bornerai à exposer la méthode générale qui l'a conduit à déterminer cette vîtesse.

789. Nous avons vu que pour former les ondes nécessaires à la propagation du son,

Digitized by Google

chaque molécule d'air doit être mue en avant et en arrière, en tournant, pour ainsi dire, dans un espace très-étroit. *Newton* va plus loin. Il démontre que ce mouvement en avant et en arrière n'est pas uniforme, mais accéléré et retardé par degrés, et précisément le même que celui d'un pendule. Il conçoit ensuite l'atmosphère réduite partout à une densité uniforme et semblable à celle de l'air voisin de la surface de la terre. Il détermine la hauteur de l'atmosphère ainsi réduite. Il imagine ensuite un pendule aussi long que cette hauteur, et calcule dans quelle proportion de temps les molécules aériennes et ce pendule achèveront leurs vibrations respectives : en comparant les espaces et les vîtesses avec lesquelles ils sont parcourus, il trouve que le temps des vibrations des molécules d'air est à celui des vibrations du pendule, comme la distance des ondes entr'elles, ou comme l'intervalle des vibrations est à la circonférence d'un cercle, dont le demi-diamètre seroit la longueur du pendule ou la hauteur de l'atmosphère réduite; or les ondes en allant en avant décrivent un espace égal à leur intervalle, dans le temps que chaque molécule d'air fait sa vibration :

Digitized by Google

donc le temps dans lequel les ondes parcourent un de leurs intervalles, est au temps dans lequel le pendule fait une de ses vibrations en allant et venant, comme l'intervalle entre les ondes est à la circonférence que nous venons de déterminer.

790. Newton conclut de-là que la vîtesse de ces ondes de l'air, ou ce qui est la même chose, que la vîtesse du son est telle qu'il pourroit parcourir un espace égal à la circonférence d'un cercle dont le demi-diamètre seroit la hauteur de l'atmosphère réduite, dans le temps qu'un pendule de la même longueur que ce demi-diamètre, feroit une de ses oscillations; ou que la vîtesse du son seroit égale à celle qu'acquerroit un corps pesant, en tombant de la moitié de la hauteur de l'atmosphère réduite. D'après ces données, Newton parvient, à l'aide du calcul, à déterminer que le son doit parcourir 379,71 mètres (1140 pieds) par seconde.

791. Ce résultat est à-peu-près conforme aux expériences qui ont été faites sur cet objet avec le plus grand soin par Thury, Maraldi et la Caille, sur une ligne qui avoit pour termes la tour de Montlhéri et la pyramide de Montmartre. L'observateur étoit

Digitized by Google

placé entre deux. *Voyez* les Mémoires de l'Académie. Ann. 1738. pag. 128.

792. J'ai dit à-peu-près, 1°. parce que le vent favorable ou contraire peut augmenter ou diminuer cette vîtesse. Le vent n'est autre chose qu'une certaine quantité d'air mue en avant d'un mouvement direct et progressif. Si cette masse d'air est mue dans le même sens que les ondes sonores, elles participeront de ce mouvement. Si cette masse d'air se meut en sens contraire, le mouvement des ondes sera retardé, de manière que la vîtesse du son augmentera dans le premier cas, et diminuera dans le second, proportionnellement à la vîtesse du vent.

793. 2°. La chaleur et le froid influent aussi sur la vîtesse du son; car puisque l'air est raréfié par la chaleur, la hauteur de l'atmosphère, supposé qu'elle ait par-tout la même densité, augmentera à proportion de cette expansion, et conséquemment, la vîtesse du son qui est égale à celle qu'acquerroit un corps pesant en tombant de la moitié de cette hauteur, sera aussi augmentée en raison soudoublée de cette même expansion. On peut dire la même chose des effets du froid, savoir que la vîtesse du son diminuera

Digitized by Google

en raison soudoublée de la condensation de l'air.

794. 3°. Les variations de la hauteur du mercure dans le baromètre, n'ont aucune influence sur la vîtesse du son. L'expérience prouve cette vérité, et la théorie la confirme; car quoique l'étendue de l'atmosphère réduite au même degré de densité soit souvent changée, cependant, faisant abstraction des variations produites par la chaleur et par le froid, sa densité changera toujours dans la même proportion; sa hauteur sera constante, et conséquemment la vîtesse acquise en tombant de cette hauteur, qui est égale à celle du son, demeurera toujours la même: d'où il résulte que la propagation du son est également prompte, soit que l'air soit plus ou moins dense; soit que son ressort augmente ou diminue dans le même rapport que sa densité, et cela arrive toujours, à moins que la chaleur et le froid ne dérangent cette proportion.

795. La connoissance de la vîtesse du son n'est pas une connoissance frivole. On peut l'employer avec avantage, 1°. pour avoir une mesure approchée de la distance qui sépare des lieux éloignés, en observant le temps

Digitized by Google

écoulé entre la lumière apperçue et le bruit entendu; 2°. on peut s'en servir pour déterminer la largeur d'une grande rivière près de son embouchure; 3°. on peut, dans des temps orageux, en tirant, du rivage de la mer, des coups de canon, préserver du naufrage des vaisseaux qui voyant la lumière et entendant le coup, reconnoîtront à quelle distance ils sont du lieu qu'ils veulent éviter ou aborder.

796. Il nous reste à faire voir comment les ondes excitées dans l'air par le mouvement du corps sonore, peuvent faire naître en nous la sensation du son. Les ondes aériennes parviennent à l'oreille, et entrent dans le canal qui est à sa partie extérieure. Cette partie extérieure est terminée par une membrane très-déliée et tendue qu'on appelle tympan, et qui sépare la partie extérieure de l'oreille de la partie intérieure. Les molécules d'air qui sont près de cette membrane, lorsque le mouvement d'ondulation y parvient frappent le tympan; elles lui communiquent un mouvement de vibration qui est transporté dans l'air que contient la cavité intérieure de l'oreille; quelques petits os sont mis en mouvement par l'agita-

Digitized by Google

tion du tympan; le mouvement d'ondulation se répand par certains petits canaux disposés d'une manière particulière; toute la surface osseuse de cette cavité est frappée par les molécules aériennes qui sont en mouvement; et il en résulte que le mouvement se communique au nerf auditif qui est adhérent avec l'organe dont nous parlons, et qui pénètre même dans sa cavité. Nous n'entrerons pas dans un plus grand détail sur la structure de l'oreille; ce que nous venons d'en dire suffit pour l'objet que nous nous proposons.

797. Il y a de la différence dans le son par le nombre des ondes produites dans l'air dans un certain temps; car la sensation qu'on éprouve est différente, suivant le différent nombre de percussions sur l'organe de l'ouïe.

798. Le ton dépend de ce nombre d'ondes produites dans l'air. Il est d'autant plus aigu, que les secousses dans l'air sont plus fréquentes, et d'autant plus grave, que le nombre des ondes est moindre.

799. Les degrés de hauteur des différens tons sont comme le nombre des ondes excitées dans l'air dans le même temps.

800. Les consonnances viennent de la convenance entre les différens mouvemens

Digitized by Google

dans l'air, qui frappent en même temps le nerf auditif.

801. Si deux corps sonores font leurs vibrations en temps égaux, il n'y a aucune différence entre les tons; et cette consonnance, la plus parfaite de toutes, s'appelle *unisson*.

802. Si les vibrations sont comme 1 à 2, la consonnance se nomme *octave*.

803. Si les vibrations sont comme 2 à 3, c'est-à-dire, si la seconde vibration d'un corps concourt toujours avec la troisième d'un autre corps, la consonnance s'appelle *quinte*.

804. Les vibrations qui sont comme 3 à 4 donnent une consonnance, que l'on appelle *quarte*.

805. Si les secousses dans l'air sont comme 4 à 5, elle se nomme *tierce-majeure*.

806. On nomme enfin *tierce-mineure*, la consonnance formée par le concours de la cinquième vibration d'un corps avec la sixième d'un autre.

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

Des oscillations de l'atmosphère ou des vents.

807. Nous avons vu, n°. 486, que l'attraction du soleil et de la lune fait éprouver aux eaux de la mer des oscillations périodiques. L'atmosphère, que cette attraction a à traverser avant de parvenir à l'Océan, doit sans doute en ressentir l'influence, être soumise à des mouvemens semblables à ceux de la mer, et éprouver, ainsi que le mercure du baromètre, des agitations qui, quoique légères en elles-mêmes, peuvent s'accroître considérablement par l'influence des circonstances locales.

808. L'attraction du soleil et de la lune peut donc être regardée comme une des causes qui donnent naissance aux vents, dont l'atmosphère est le théâtre; mais l'action de ces astres ne produit, ni dans la mer ni dans l'atmosphère, aucun mouvement constant d'orient en occident; d'où il résulte qu'elle ne peut faire naître les vents connus sous le nom de *vents alisés*, qu'on observe dans l'atmosphère entre les deux

Digitized by Google

tropiques, et qui ont une direction constante d'orient en occident.

809. Ces vents ont probablement pour cause la dilatation qu'éprouve l'air par l'action de la chaleur. Car il est évident que la chaleur du soleil, que nous supposons, pour plus de simplicité, dans le plan de l'équateur, raréfie les colonnes d'air, et les élève au-dessus de leur niveau; d'où il résulte qu'elles doivent retomber par leur poids, et se porter vers les pôles, dans la partie supérieure de l'atmosphère; mais, dans le même temps, il doit survenir, dans la partie inférieure, un nouvel air frais, qui, arrivant des climats situés vers les pôles, remplace celui qui a été raréfié à l'équateur : il se forme donc deux courans d'air opposés, l'un dans la partie inférieure, et l'autre dans la partie supérieure de l'atmosphère; mais la vîtesse réelle de l'air, dûe à la rotation de la terre, est d'autant plus petite, qu'il est plus près du pôle : d'où il résulte, qu'en s'avançant vers l'équateur, il doit tourner avec plus de lenteur que les parties correspondantes de la terre; les corps situés à la surface de la terre, doivent donc le choquer avec l'excès de leur vîtesse, et en éprouver, par sa

Digitized by Google

réaction, une résistance opposée à leur mouvement de rotation; d'où il résulte que, pour l'observateur qui se croit en repos, l'air paroît souffler dans un sens directement contraire à celui de la rotation de la terre, c'est-à-dire, d'orient en occident.

810. Un grand nombre de causes différentes peuvent déterminer une rupture d'équilibre dans les colonnes d'air qui composent l'atmosphère, et se compliquer dans la production des vents dont elle nous offre le spectacle. Il suffit, pour s'en convaincre, de considérer un instant le passage du fluide électrique de l'atmosphère à la terre, et de la terre à l'atmosphère; la grande quantité de vapeurs dont elle se charge et se décharge alternativement; l'influence de la chaleur et du froid sur son ressort et sa fluidité; enfin les changemens que la rotation de la terre produit dans la vîtesse relative de ses molécules, par cela seul qu'elles se déplacent dans le sens des méridiens. En nous éclairant sur l'inconstance et la grande variété des oscillations de l'atmosphère, ces considérations font sentir en même temps la difficulté de les soumettre à des loix invariables.

Digitized by Google

LIVRE VII.

SECONDE PARTIE.

DES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

811. L'AIR atmosphérique est le dissolvant de l'eau; il alimente la combustion et la respiration : telles sont les principales propriétés chimiques qui distinguent ce fluide aériforme. En parlant de l'eau, nous étudierons la première de ces propriétés. Pour bien apprécier les deux autres, il importe de connoître la nature de l'air atmosphérique.

CHAPITRE PREMIER.

De la nature de l'air atmosphérique.

812. AVANT d'entrer en matière, tâchons de concevoir clairement la constitution de l'atmosphère. La chaleur solaire et la chaleur

Digitized by Google

centrale sont les deux causes principales de la chaleur qui échauffe notre planète. La chaleur centrale est, à notre latitude, de 11 degrés et demi (échelle centigrade). Les observations faites depuis un siècle à l'observatoire de Paris, ne laissent aucun doute sur cet objet; or une chaleur d'environ 11 degrés, est non-seulement insuffisante pour volatiliser les corps qui existent sur la surface du globe, mais même pour y entretenir une douce température. Les régions polaires, privées pendant long-temps de la présence du soleil, se refroidissent à un tel point, qu'on y éprouve les froids les plus vifs et les plus rigoureux. Pendant l'hiver, lorsque le soleil éclaire moins long-temps notre horizon, et que ses rayons y tombent plus obliquement, des froids violens se font sentir dans nos contrées, quoique la chaleur centrale y soit constamment la même. Les corps solides souffrent un refroidissement très-sensible, et plusieurs liquides acquièrent la solidité. Tel est le sort qu'éprouveroit notre planète, si tout-à-coup elle se trouvoit transportée dans une région beaucoup plus froide du système solaire. Malgré l'influence de la chaleur centrale, les liquides se trans-

Digitized by Google

formeroient en masses solides ; les substances gazeuses perdroient la fluidité aériforme pour passer à l'état de liquidité. La chaleur solaire a donc la plus grande influence sur l'entretien de la chaleur qui échauffe notre planète, sur la volatilisation des substances qui existent sur sa surface, et conséquemment sur le dégagement des fluides aériformes qui sont le fruit de cette transformation. L'atmosphère n'est donc autre chose que l'assemblage de toutes les substances susceptibles de se vaporiser, ou plutôt de conserver l'état aériforme au degré habituel de température dans lequel nous vivons, et à une pression égale au poids d'une colonne de mercure de 76 centimètres (28 pouces). Ces fluides forment une masse, depuis la surface de la terre jusqu'à la plus grande hauteur à laquelle on soit encore parvenu ; et cette première couche est probablement recouverte, comme nous le verrons dans la suite, d'un fluide aériforme particulier, qui s'envole, en vertu de sa grande légéreté, dans les régions supérieures, pour y occuper une place marquée par sa pesanteur spécifique, et pour y donner

Digitized by Google

naissance aux météores les plus frappans que l'atmosphère nous présente.

813. Mais quels sont les fluides aériformes qui composent cette couche inférieure que nous habitons? tel est l'important problême dont nous allons chercher la solution.

814. L'analyse et la synthèse sont les seuls moyens qui soient en notre pouvoir, pour connoître la nature des corps. Lorsqu'on peut les employer tous deux, on forme un corps de preuves, le plus complet et le plus satisfaisant. Dans le sujet qui nous occupe, nous avons l'avantage de les réunir. Nous pouvons décomposer l'air atmosphérique, et le recomposer ensuite avec les mêmes élémens qui résultent de sa décomposition.

Première expérience.

On prend une cloche de verre, d'une certaine hauteur, qu'on renverse sur une soucoupe ou capsule à demi-pleine d'eau, au milieu de laquelle on a fixé une bougie allumée. On voit bientôt la flamme se rétrécir, prendre une couleur bleue, s'éteindre absolument au bout de quelques secondes, et

Digitized by Google

l'eau de la soucoupe monter à-peu-près jusqu'au quart de la hauteur de la cloche.

Si l'on transporte ensuite la cloche sur l'appareil pneumato-chimique, et que l'on éprouve l'air qui est resté dans la cloche après la combustion, on trouve qu'il est méphitique, c'est-à-dire, impropre à la combustion et à la respiration.

815. 1°. Il est aisé de voir qu'il y a absorption d'air dans cette expérience. Car lorsque la bougie est éteinte, l'eau monte à-peu-près jusqu'au quart de la hauteur de la cloche; l'ascension de l'eau démontre l'existence du vide, et conséquemment l'absorption d'une partie de l'air contenu dans la cloche. Et qu'on ne dise pas que l'air renfermé sous la cloche est raréfié par la flamme, qu'il s'en échappe même presque toujours quelques bulles au moment où l'on place la cloche sur la bougie; et que, conséquemment, on doit regarder l'ascension de l'eau dans la cloche, comme l'effet de la seule condensation de l'air par le refroidissement, tandis que l'extinction de la bougie a pour cause l'effet de la dilatation de l'air, produite par le calorique. Il est aisé de détruire cette objection, en faisant disparoître les circons-

Digitized by Google

tances accessoires qui lui ont donné naissance. Pour cela on place la bougie non allumée dans un grand flacon, après avoir fixé, sur l'extrémité de la mèche, un très-petit morceau de phosphore; on ferme ensuite le flacon avec un bouchon portant un tube de verre de 40 à 45 centimètres (15 à 20 pouces) de longueur, qui communique avec une grande cloche placée d'avance sur la tablette d'une cuve hydropneumatique, dans la vue de tenir l'air renfermé à la pression uniforme de l'atmosphère. Les choses ainsi disposées, on allume la bougie par le moyen d'une forte lentille, et on observe également et l'extinction de la bougie, et la diminution du volume de l'air, déterminée par l'ascension de l'eau au-dessus du point où elle se tenoit dans la cloche avant l'opération; d'où il suit invinciblement que l'effet est indépendant, soit de la condensation, soit de la réaction de l'air échauffé, et que, conséquemment, l'ascension de l'eau a pour cause l'absorption d'une partie de l'air contenu dans la cloche. 2°. L'absorption de l'air se fait uniquement aux dépens d'un fluide aériforme, capable d'alimenter la combustion, et puisque l'eau monte à-peu-près jus-

Digitized by Google

qu'au quart de la hauteur de la cloche, il s'ensuit que ce fluide aériforme forme le quart de l'air atmosphérique. 3°. L'air qui reste dans la cloche après l'extinction de la bougie est tout-à-fait méphitique; il faut donc conclure que l'air atmosphérique est composé d'environ trois parties d'un gaz méphitique, et d'une partie d'un fluide aériforme, propre à la combustion et à la respiration.

816. Cette expérience devient plus intéressante, si l'on place dans la capsule, qui soutient la cloche pleine d'air atmosphérique, plusieurs bougies allumées de différente hauteur. Alors l'extinction des bougies a lieu successivement, en commençant par celle qui a plus de hauteur, parce que le fluide aériforme qui est seul propre à alimenter la combustion, manque plutôt dans la partie supérieure de la cloche, que dans sa partie inférieure; et cela n'a rien qui puisse exciter de la surprise; puisque, comme nous le prouverons bientôt, la pesanteur spécifique de ce gaz respirable, est plus grande que celle du gaz méphitique qui concourt avec lui à former l'air atmosphérique. Cette expérience nous a fourni le

Digitized by Google

moyen de séparer les deux gaz qui composent l'air atmosphérique ; mais elle ne nous offre pas celui de recomposer l'air commun avec les élémens qui résultent de sa décomposition. L'expérience suivante nous offrira cette double preuve de la composition de l'air atmosphérique.

Deuxième expérience.

817. On prend un matras, c'est-à-dire, un globe de verre surmonté d'un long col d'environ 0,1027 mètres cubes (3 pieds cubes) de capacité, dont le col BCDE, d'une longueur assez considérable, ait à-peu-près 15 millimètres (7 lignes) de grosseur intérieurement. On le courbe, comme il paroît représenté (fig. 114), afin qu'il puisse être placé dans un fourneau (1) MMNN, tandis que l'extrémité E de son col va s'engager

(1) Un fourneau est une espèce de tour cylindrique creuse, un peu évasée par le haut. Elle a deux ouvertures latérales, une supérieure, qui est la porte du foyer ; l'autre inférieure, qui est la porte du cendrier. Dans l'intervalle de ces deux portes, le fourneau est partagé en deux par une grille placée horizontalement, qui forme une espèce de diaphragme, et qui est destinée

Digitized by Google

sous la cloche FG, placée dans un bain de mercure RRSS. On met dans ce matras environ 120 grammes (4 onces) de mercure très-pur; ensuite, en suçant avec un syphon qu'on introduit sous la cloche FG, on fait monter le mercure jusqu'en LL. On marque soigneusement cette hauteur avec une bande de papier collé, et on observe exactement le thermomètre et le baromètre. Tout étant ainsi disposé, on allume le feu dans le fourneau, et on l'alimente sans interruption, jusqu'à ce que le mercure soit échauffé presque au degré nécessaire pour le mettre en ébullition.

Le premier jour de l'opération, le mercure est dans un état d'évaporation continuelle; il tapisse l'intérieur des vaisseaux de petites gouttes, d'abord très-fines, qui vont ensuite en augmentant, et qui, lorsqu'elles ont acquis un certain volume, retombent d'elles-mêmes au fond du vase, pour se réu-

---

à soutenir le charbon. On appelle foyer, la capacité qui est au-dessus de la grille, parce que c'est dans cette partie qu'on entretient le feu. La capacité qui est au-dessous porte le nom de cendrier, parce que c'est dans cette partie que se rassemblent les cendres à mesure qu'elles se forment.

Digitized by Google

nir au reste du mercure. Le second jour, on commence à voir nager, sur la surface du mercure, de petites parcelles rouges, qui, pendant quatre ou cinq jours, augmentent en nombre et en volume : lorsque la calcination du mercure ne fait plus aucun progrès, on éteint le feu, et on laisse refroidir les vaisseaux. L'air qui reste après cette opération, tant dans le matras que dans son col, se trouve réduit aux cinq sixièmes de son volume, par la calcination du mercure. Il n'est plus propre à la respiration et à la combustion. Les animaux qu'on y introduit y périssent presque subitement, et les bougies allumées s'y éteignent sur-le-champ.

Cette expérience prouve, comme la précédente, par voie d'analyse, que l'air atmosphérique est composé de deux gaz foiblement unis, l'un respirable, et qui forme environ le quart de son volume; et l'autre non respirable, qui en forme les trois quarts. Le mercure échauffé s'empare de la base du gaz respirable, qui forme le quart du volume de l'air contenu dans le matras; le volume de l'air diminue, et il ne reste que cette portion d'air atmosphérique qui est impropre à la respiration et à la combustion.

Digitized by Google

Le mercure a perdu son brillant métallique par sa combinaison avec la base du gaz respirable; et c'est en lui enlevant cette base, que nous allons lui rendre ses premières propriétés, et prouver, par voie de synthèse, la composition de l'air atmosphérique.

Troisième expérience.

818. On prend la matière rouge qui s'est formée pendant l'opération, dans l'expérience précédente; on l'introduit dans une petite cornue de verre, c'est-à-dire, dans un vaisseau qui a la figure d'un œuf, terminé par un tuyau qui diminue insensiblement de largeur, et est légèrement incliné. On adapte à la cornue un appareil propre à recevoir les produits liquides et aériformes qui pourront se séparer. On allume du feu dans le fourneau, après y avoir placé la cornue.

A mesure que la matière rouge s'échauffe, sa couleur augmente d'intensité. Lorsque, ensuite, la cornue approche de l'incandescence, la matière rouge commence à perdre un peu de son volume, et en quelques minutes elle disparoît entièrement. En même

Digitized by Google

temps il se condense dans le petit récipient du mercure coulant, et il passe sous la cloche 158 centim. c. (environ 8 pouc. c.) d'un fluide aériforme, qui est très-propre à la combustion et à la respiration. Une bougie allumée, plongée dans un bocal rempli de ce gaz, répand une lumière éblouissante. Un charbon incandescent, au lieu de s'y consumer paisiblement, y brûle avec flamme et avec beaucoup d'activité.

Dans l'expérience précédente, le mercure, en se calcinant, s'est emparé de la base de la partie respirable de l'air atmosphérique, et n'a laissé, dans la cloche, que la partie non respirable. Qu'avons-nous fait dans cette dernière expérience, en faisant échauffer la matière rouge qui avoit résulté de la calcination du mercure? Nous avons rendu, à la base de la partie respirable de l'air atmosphérique, le calorique qu'elle avoit abandonné pour se combiner avec le mercure. Cette base, en recouvrant le calorique, a recouvré en même temps la fluidité aériforme: nous obtenons donc le même fluide respirable que l'air atmosphérique avoit perdu par la calcination du mercure. L'air atmosphérique est donc composé de

Digitized by Google

deux fluides aériformes, qui ont des propriétés tout-à-fait opposées. On peut s'en convaincre, en mêlant les deux fluides aériformes qu'on a obtenus séparément, je veux dire le gaz méphitique qui est resté dans la cloche après la calcination du mercure, et le gaz respirable qu'on obtient en échauffant la matière rouge qui avoit résulté de la calcination de cette substance métallique. Si l'on fait le mélange de ces deux fluides aériformes, on reforme de l'air en tout semblable à celui de l'atmosphère, et qui est propre, au même degré, à la combustion et à la respiration.

819. 1°. Ces expériences ne laissent aucun doute sur la composition de l'air atmosphérique ; elles nous éclairent sur le rapport qui existe entre les fluides aériformes qui en sont les élémens. Lorsqu'elles sont faites avec attention et avec exactitude, elles nous font voir que la proportion du gaz respirable et du gaz méphitique, qui entrent dans la composition de l'air atmosphérique, est dans le rapport de 27 à 73, ou environ de 1 à 3.

820. 2°. Le mercure n'a pas le privilége exclusif de décomposer l'air atmosphérique,

Digitized by Google

et de se calciner par l'absorption de la base du gaz respirable. Tous les métaux partagent avec lui cette singulière propriété. Il n'en est aucun qui ne se calcine, si, à un degré de température très-élevé, il se trouve environné de cette partie de l'air commun qui sert à la calcination. Il n'en est aucun que la calcination ne rende plus pesant, de manière que le poids acquis réponde au poids perdu par l'air, avec toute la précision que l'on peut se flatter d'atteindre dans ces sortes d'opérations. Il n'en est aucun qui, après la calcination, ne reprenne son brillant et sa ductilité, lorsqu'on lui enlève la base de cette portion respirable de l'air atmosphérique, dont l'absorption lui avoit fait perdre ces belles propriétés. Ces assertions qui ne sont pas équivoques, nous dévoilent déjà les propriétés chimiques de l'air atmosphérique. Pour les apprécier avec plus d'exactitude, il nous reste à étudier, séparément, chacun des deux fluides aériformes qui entrent dans sa composition.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

Du gaz respirable qui forme le quart de l'air atmosphérique, ou du gaz oxigène.

821. Le gaz respirable qui forme le quart de l'air atmosphérique, appelé d'abord *air déphlogistiqué* par *Priestley*, *air de feu* par *Scheele*, air vital ou air pur par *Lamethérie*, a reçu des chimistes modernes le nom de *gaz oxigène*. Nous adoptons cette dernière dénomination, et nous donnerons la raison de cette préférence lorsque nous étudierons la nature de ce gaz.

822. On s'étoit apperçu depuis long-temps du dégagement du gaz oxigène dans un grand nombre d'opérations chimiques; mais on n'avoit jamais pensé à s'emparer de ce fluide aériforme pour en étudier la nature et les propriétés. C'est *Priestley* qui a l'honneur de cette découverte. Quoique, comme il le dit lui-même, il y ait été conduit, pour ainsi dire, par hasard, on lui doit néanmoins tout l'éclat qu'elle a répandu sur la physique.

823. On peut employer différentes substances pour obtenir du gaz oxigène. Le

Digitized by Google

précipité per se, qui n'est autre chose que du mercure brûlé, à l'aide du feu, par l'absorption de la base de la partie respirable de l'air atmosphérique; le précipité rouge, c'est-à-dire, du mercure brûlé par un des principes de l'acide nitrique qu'il décompose à l'aide du calorique; une substance métallique, appelée manganèse, qu'on arrose d'un peu d'acide sulfurique, &c. en fournissent une plus ou moins grande quantité.

824. Les feuilles des plantes exposées dans l'eau au contact des rayons solaires, exhalent aussi du gaz oxigène très-pur. Celui qu'on retire des autres substances, si l'on en excepte le manganèse et le précipité *per se*, est toujours mêlé d'un gaz méphitique qui altère sa pureté. Aussi emploie-t-on de préférence le manganèse pour obtenir du gaz oxigène.

Première expérience.

On met dans une fiole à médecine 60 à 70 grammes (2 ou 3 onces) de manganèse en poudre. On verse dessus de l'acide sulfurique affoibli, en suffisante quantité pour former une pâte liquide: on adapte ensuite à l'ouverture de la fiole un bouchon de liége percé

Digitized by Google

dans son milieu, et enfilé par un tube creux et recourbé, dont une extrémité plonge dans la fiole, tandis que l'autre va s'ouvrir sous l'excavation de la tablette de l'appareil pneumato-chimique. A la place de la fiole on peut substituer un flacon à bec recourbé. Ce second appareil est plus simple; mais il est plus coûteux, et dans ces sortes d'opérations, il n'est pas aisé d'éviter le danger de la cassure. Tout étant ainsi disposé, on soumet le mélange contenu dans la fiole ou dans le flacon à la chaleur douce d'une bougie allumée. Il y a chaleur, effervescence et dégagement du gaz oxigène qui va prendre la place de l'eau que renferme la cloche destinée à le recevoir.

Le manganèse d'où l'on extrait le gaz oxigène, ne contient pas en entier ce fluide aériforme. Il se trouve seulement combiné avec la base de ce gaz. De plus cette base, l'oxigène, a moins d'attraction pour la substance métallique, que celle-ci n'en a pour l'acide sulfurique. L'acide doit donc s'unir au métal, et son calorique se porter sur l'oxigène que le métal abandonne, fondre cet oxigène et lui donner la fluidité aériforme.

825. Le gaz oxigène a des propriétés

Digitized by Google

physiques et des propriétés chimiques. Considéré sous le premier rapport, il est invisible, inodore, élastique; il est pesant, et sa pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'air atmosphérique. Le rapport de la première à la seconde est celui de 765 à 720.

826. Le gaz oxigène est très-propre à la combustion.

Deuxième expérience.

Prenez un morceau de fil de fer de 324 millimètres (1 pied) de longueur, recourbé par en bas pour y implanter un morceau de bougie, et tourné sur lui-même vers le haut, pour qu'on puisse le tenir commodément à la main; allumez cette bougie et plongez-la dans un tube rempli de gaz oxigène. Au moment même de l'immersion, la flamme de la bougie s'agrandit, et la flamme qu'elle répand a tant de force et de vivacité, que l'œil a de la peine d'en soutenir l'éclat. La chaleur produite a aussi beaucoup d'activité.

L'expérience a le même succès si l'on plonge dans le tube rempli de gaz oxigène, un charbon embrasé. Les physiciens se sont étudiés à la présenter sous différentes formes,

Digitized by Google

et nous devons au docteur Ingenhouz de l'avoir rendue de la manière qui suit, plus agréable et plus frappante.

Troisième expérience.

On prend un bout de fil de fer très-fin BC (fig. 115), tourné en spirale; on fixe l'une de ses extrémités B dans un bouchon de liége A destiné à boucher la bouteille DEFG; on attache à l'autre extrémité de ce fil de fer un petit morceau d'amadou C. On remplit ensuite de gaz oxigène la bouteille DEFG, on allume l'amadou C, et on l'introduit, ainsi que le fil de fer BC, dans la bouteille qu'on bouche promptement. L'amadou commence aussi-tôt à brûler avec beaucoup d'éclat, il communique l'inflammation au fer qui brûle lui-même en répandant de brillantes étincelles qui tombent au fond de la bouteille en globules arrondis. Le fer ainsi brûlé est plus cassant que le verre; il se réduit facilement en poudre et est encore un peu attirable à l'aimant.

Lorsqu'on plonge une bougie allumée ou un corps quelconque en ignition dans un tube rempli de gaz oxigène, on présente à ce fluide aériforme une substance qui a plus

Digitized by Google

d'affinité avec sa base que cette base n'en a avec le calorique. L'oxigène doit donc abandonner le calorique, perdre sa fluidité aériforme et s'unir au corps ignescent. Le calorique jouissant de sa liberté, s'échappe promptement et donne naissance à la chaleur et à la flamme éclatante qui se manifestent dans ces sortes d'expériences. Nous n'examinerons pas ici ce que devient le corps ignescent, uni à l'oxigène, pour ne pas anticiper sur des connoissances que l'ordre des choses ne tardera pas à amener.

827. Puisque le gaz oxigène est très-propre à la combustion, on peut l'employer avec avantage pour donner au feu un grand degré d'activité. J'ai fait plusieurs fois cette épreuve, en remplissant une vessie de ce gaz, et en le dirigeant, à la faveur d'un petit tube de verre, sur des charbons embrasés. Lorsqu'on fait ces expériences en grand, on vient à bout de mettre en fusion les matières les plus réfractaires, telles que le fer, le platine, le cristal de roche, le diamant, &c. Les travaux de Lavoisier et d'Achard justifient cette assertion.

828. Le gaz oxigène a beaucoup plus de salubrité que l'air atmosphérique.

Digitized by Google

Quatrième expérience.

Prenez deux oiseaux de la même espèce qui aient à-peu-près le même âge et la même vigueur. Exposez l'un de ces oiseaux sous une cloche contenant deux mesures de gaz oxigène; l'autre doit être placé en même temps sous une autre cloche pleine d'air commun, qui ait la même capacité que la première. L'oiseau placé dans la première cloche vit environ trois quarts-d'heure, et lorsqu'on l'en retire, l'air est encore assez pur, tandis que l'oiseau placé sous la seconde cloche ne vit que pendant un quart-d'heure, et après ce terme, l'air a perdu toute sa salubrité.

L'air atmosphérique n'est propre à la respiration qu'en vertu du gaz oxigène qui entre pour un quart dans sa composition : d'où il suit que l'air respirable contenu dans la cloche remplie d'air commun, est à l'air respirable renfermé dans la cloche pleine de gaz oxigène, environ comme 1 est à 3. L'oiseau exposé sous la cloche remplie de gaz oxigène, trouve donc un aliment de la vie trois fois plus considérable que celui qui est offert à l'oiseau placé dans la cloche pleine

Digitized by Google

d'air atmosphérique : d'où il résulte que l'oiseau exposé sous la cloche remplie de gaz oxigène, doit vivre trois fois plus de temps que celui qui est placé sous la cloche pleine d'air commun.

829. 1°. Le gaz oxigène étant très-propre à la respiration, on peut l'employer avec avantage dans les maladies de poitrine causées par un engorgement d'humeurs. Nous prouverons, en expliquant les phénomènes de la respiration et de la chaleur animale, que le gaz oxigène se décompose dans l'acte de la respiration, et que le calorique, un des élémens de ce fluide aériforme, passe en grande partie dans le sang qui parcourt les poumons, et se répand avec lui dans tous les organes : le sang recevra donc, par la respiration du gaz oxigène pur, une plus grande dose de calorique, que par la respiration de l'air atmosphérique ; et conséquemment le gaz oxigène respiré dans toute sa pureté, pourra détruire le germe des maladies de poitrine, causées par un engorgement d'humeurs, qui annonce toujours l'insuffisance du calorique fourni par l'air commun, pour leur donner une fluidité convenable. Ce remède seroit vraisemblablement nuisible dans les mala-

Digitized by Google

dies inflammatoires. La grande quantité de calorique que fourniroit au sang le gaz oxigène pur, ne pourroit servir qu'à donner à l'inflammation un nouveau degré d'activité.

830. 2°. Il est aisé de déduire de ces expériences, que le gaz oxigène, quelqu'utile qu'il puisse être comme remède, ne nous conviendroit pas dans l'état de santé; car, puisqu'un corps en ignition se consume beaucoup plus promptement dans le gaz oxigène que dans l'air commun, nous vivrions aussi, pour ainsi dire *trop vîte*, dans une atmosphère de ce gaz; nos forces vitales seroient probablement bientôt épuisées; et conséquemment nous perdrions en temps, ce que nous gagnerions du côté de la vigueur et de la force.

831. 3°. Le gaz oxigène qui, comme nous le verrons dans la suite, est le seul fluide aériforme propre à la respiration, ne forme que le quart de l'atmosphère qui environne notre planète : gardons-nous d'en conclure que l'atmosphère doit bientôt perdre toute sa salubrité. La nature, toujours attentive à nos besoins, lui a ménagé les moyens de réparer ses pertes. Nous prouverons que les

Digitized by Google

insectes et les plantes exposées au contact des rayons solaires aspirent l'air méphitique, et transpirent du gaz oxigène. Nous prouverons que l'eau composée des bases de deux fluides aériformes, dont l'un est le gaz oxigène, se décompose dans l'acte de la végétation, et que l'atmosphère trouve dans cette décomposition de quoi se dédommager abondamment des sacrifices qu'elle fait en faveur des animaux.

832. 4°. L'air d'une salle qui renferme un grand nombre de personnes et beaucoup de bougies allumées, doit devenir, après un certain temps, impropre à la combustion et à la respiration. On obvie à cet inconvénient, en ménageant à l'air extérieur des issues à la faveur desquelles il s'introduit dans la salle, porte aux bougies allumées l'aliment nécessaire à la combustion, et fournit aux personnes que la salle renferme, les moyens de respirer avec facilité. On doit prendre de semblables précautions dans les chambres des malades; l'air qu'elles renferment est bientôt vicié, non-seulement par l'absorption du gaz oxigène, mais encore par la grande quantité des vapeurs méphitiques auxquelles la transpiration abondante des

Digitized by Google

malades ne cesse de donner naissance. Il faut donc renouveler cette atmosphère pour lui donner le degré de salubrité qui lui convient. Ce n'est pas qu'il faille ouvrir les fenêtres et les portes d'une chambre de malade sans aucune précaution. Il est des circonstances où le renouvellement de l'air doit être fait avec beaucoup de ménagement et de réserve; mais il n'en est pas moins vrai qu'on doit le faire, et qu'un grand nombre de personnes ont été les victimes du funeste et antique préjugé, qu'il faut rendre un malade, pour ainsi dire, inaccessible à l'air extérieur.

833. Il nous reste à étudier la nature du gaz oxigène. Pour y réussir, il importe d'observer que tout fluide aériforme est composé d'une base et de calorique; et que, conséquemment, nos recherches doivent aboutir à connoître la substance qui sert de base au gaz oxigène. Toutes les matières combustibles pourroient nous servir de moyen pour parvenir à cette connoissance; mais nous emploierons de préférence le phosphore, qui jouit éminemment de la propriété d'enlever au calorique la substance qui lui est unie pour former le gaz oxigène.

Digitized by Google

Cinquième expérience.

Prenez une cloche de cristal A de 6 à 7 litres de capacité (fig. 116) ; remplissez-la de gaz oxigène sur de l'eau ; transportez-la ensuite sur le bain de mercure, au moyen d'une capsule de verre que vous passerez par-dessous ; séchez la surface du mercure avec du papier gris, tant dans l'intérieur qu'à l'extérieur de la cloche, et introduisez sous la cloche une capsule D contenant du phosphore. Tout étant ainsi disposé, élevez le mercure dans la cloche à la hauteur EF, en suçant avec un syphon de verre GHI (même fig.) qu'on introduit par-dessous la cloche. Pour qu'il ne se remplisse pas en passant à travers le mercure, tortillez à son extrémité un petit morceau de papier, puis avec un fer recourbé rougi au feu, allumez le phosphore. Sa combustion est extrêmement rapide, accompagnée d'une grande flamme et de beaucoup de chaleur. Dans le premier instant de la combustion, il se fait une dilatation considérable du gaz oxigène, occasionnée par la chaleur ; mais bientôt après, le mercure remonte au-dessus de son niveau, et il y a une absorption consi-

Digitized by Google

dérable. A mesure que la combustion s'opère, l'intérieur de la cloche se tapisse de flocons blancs, légers, qui ne sont autre chose que de l'acide phosphorique concret.

834. Cette expérience prouve qu'à un certain degré de température, la base du gaz oxigène a plus d'attraction pour le phosphore que pour le calorique; que conséquemment le phosphore décompose le gaz oxigène, qu'il s'empare de sa base, et qu'alors le calorique devenu libre, s'échappe et se dissipe en se répartissant dans les corps environnans. Si ces assertions paroissent équivoques, qu'on fasse attention au résidu du gaz oxigène après la combustion du phosphore. Lorsque le gaz oxigène est pur, le résidu, après la combustion, reste également pur, ce qui fait voir clairement qu'il ne s'échappe rien du phosphore qui puisse altérer la pureté de l'air, et qu'il n'agit qu'en enlevant au calorique la base du gaz oxigène qui lui étoit unie.

835. Mais pour connoître quelle est la substance qui sert de base au gaz oxigène, examinons ce que devient le phosphore après la combustion. Il s'est converti en une matière blanche floconneuse, très-

Digitized by Google

légère, et cette conversion lui a fait acquérir des propriétés toutes nouvelles. D'insoluble qu'il étoit dans l'eau, non-seulement il est devenu soluble; mais il attire encore avec avidité l'eau contenue dans l'atmosphère. Avant la combustion, le phosphore n'avoit presque aucun goût; par son union avec la base du gaz oxigène, il prend un goût extrêmement aigre et piquant. Enfin, de la classe des combustibles, il passe subitement dans celle des substances incombustibles.

836. La combustion du phosphore réussit également dans l'air atmosphérique, avec les deux différences seulement, 1°. que la combustion est beaucoup moins rapide, parce qu'elle est rallentie par la grande quantité du gaz méphitique qui entre comme élément dans la composition de l'air atmosphérique; 2°. que le cinquième de l'air, tout au plus, est seulement absorbé, parce que cette absorption se faisant toute aux dépens du gaz oxigène, la proportion du gaz méphitique devient telle vers la fin de l'opération, que la combustion ne peut plus avoir lieu.

837. Ce que nous avons dit du phosphore, nous pouvons le dire du soufre, du char-

Digitized by Google

bon, &c. Un corps combustible quelconque qu'on fait brûler dans le gaz oxigène, se convertit en acide, et cette transformation ne se fait que parce que le corps combustible s'empare de la base du gaz oxigène, pour laquelle à une certaine température, il a plus d'attraction que cette base n'en a pour le calorique. Cette base jouit donc du privilége de rendre acides les substances qui lui sont combinées, et cette propriété justifie en même temps le nom d'oxigène qu'on a donné à cette base, et celui de gaz oxigène que porte cette base fondue par le calorique.

838. Toutes les substances combustibles qui, sans être acides, se trouvent combinées avec l'oxigène portent le nom d'*oxide*. Un oxide n'est donc autre chose qu'une substance résultant de la combinaison d'une base avec une quantité d'oxigène insuffisante pour lui donner l'acidité. Telles sont les substances métalliques qui, à une certaine température, se calcinent ou s'oxident par l'absorption de l'oxigène.

839. Ce que nous avons dit jusqu'ici, nous éclaire en même temps sur la nature du gaz oxigène et sur celle de plusieurs acides. Tous ne sont pas encore parfaitement connus. On

Digitized by Google

a cependant lieu de croire que la plupart sont formés par la combinaison de l'oxigène avec une substance combustible. Cette substance est simple dans les acides minéraux; elle est composée dans les acides végétaux et animaux. Ceux-ci résultent de la combinaison de l'oxigène avec une base au moins double, quelquefois triple. *Voyez* les Elémens de Chimie de Lavoisier, tom. II.

Le gaz oxigène joue un rôle important dans un grand nombre de phénomènes remarquables, tels que la combustion, la respiration, la végétation, &c. Aussi aurons-nous souvent occasion de parler de ce fluide aériforme, et de développer avec plus d'étendue les propriétés qui le distinguent.

CHAPITRE III.

Du gaz azote.

840. Le gaz azote, appelé air phlogistiqué par Priestley, gaz nitrogène par Chaptal, air impur par d'autres physiciens, est ce fluide aériforme qui, mêlé avec le gaz oxigène à-peu-près dans le rapport de 3 à 1, constitue l'air atmosphérique.

Digitized by Google

On connoît plusieurs moyens également propres à obtenir le gaz oxigène dans toute sa pureté.

841. 1°. On emploie avec succès le sulfure de potasse, c'est-à-dire la combinaison du soufre avec la potasse ou l'alkali fixe végétal, qu'on expose dans des cloches à une quantité donnée d'air atmosphérique. Le gaz oxigène est absorbé, et lorsque l'absorption est complète, le gaz azote reste pur. Ce procédé est dû à Schéele.

842. 2°. Berthollet a obtenu du gaz azote, en traitant la chair musculaire ou la partie fibreuse du sang bien lavée, avec l'acide nitrique foible, dans un appareil propre à recueillir les gaz. Il importe d'observer que les matières animales soient bien fraîches, car si elles sont altérées par la fermentation, elles donnent du gaz acide mêlé au gaz azote.

843. 3°. Fourcroy a observé que les vessies natatoires des carpes, dans lesquelles Priestley avoit déjà reconnu de l'air, sont pleines de gaz azote. Pour le recueillir, il suffit de briser ces vessies dans des cloches pleines d'eau.

844. Les propriétés physiques du gaz azote

Digitized by Google

sont à-peu-près les mêmes que celles de l'air atmosphérique. Sa pesanteur spécifique peut cependant le faire distinguer. En pesant un égal volume de ces deux fluides aériformes, on trouve que le poids du gaz azote est à celui de l'air commun dans le rapport de 675 à 720.

845. Le gaz azote est impropre à la combustion et à la respiration. Il est aisé de se convaincre, à la faveur des procédés déjà indiqués, que ce fluide aériforme éteint subitement les bougies allumées, et tue subitement les animaux qu'on y plonge. Cette propriété chimique ne sauroit le faire distinguer des autres substances gazeuses; elle est commune à tous les fluides aériformes, à l'exception du gaz oxigène et de l'air atmosphérique; mais le gaz azote a des propriétés négatives bien propres à faire reconnoître sa présence. Toutes les substances aériformes méphitiques sont ou acides, ou inflammables, ou solubles dans l'eau, et le gaz azote ne jouit d'aucune de ces propriétés.

846. Le gaz azote est, comme tous les fluides aériformes, composé d'une base et de calorique. Nous déduisons le nom de sa base, de la propriété qu'a ce gaz de priver de la vie

Digitized by Google

les animaux qui le respirent. Le mot *azote* tiré du grec, et dont l'étymologie rappelle l'idée de la chose que nous voulons indiquer, sera donc le nom de cette base; et cette base fondue dans le calorique, portera le nom de gaz azote.

847. Le gaz azote est très-propre à la végétation.

Expérience.

On met une plante, un jet de menthe, par exemple, à végéter sous une cloche remplie de gaz azote; on expose en même temps une plante de la même espèce et semblable, autant qu'il est possible, à la première, sous une jarre pleine d'air atmosphérique. La première croît beaucoup plus vîte que la seconde à la même exposition.

Les plantes reçoivent leur nourriture, non-seulement par les racines, mais encore par les feuilles. Par les feuilles, elles aspirent les substances gazeuses propres à les alimenter. Les gaz aspirés sont portés dans tous leurs organes, à la faveur de certains vaisseaux qu'on appelle *trachées*, pour s'y combiner avec d'autres substances, ou pour y exercer des fonctions favorables à la vé-

Digitized by Google

gétation. C'est ainsi que le gaz azote favorise l'accroissement des plantes. Aucun fluide aériforme ne jouit comme lui de cette propriété.

848. 1°. Les substances animales et végétales se décomposent par la putréfaction. Cette décomposition donne naissance au dégagement d'une grande quantité de gaz azote. Ce fluide aériforme donne aux plantes qui végètent, plus de force et de vigueur: d'où il résulte que les substances animales et végétales en putréfaction, doivent favoriser la végétation. C'est pourquoi les agriculteurs font répandre du fumier avec profusion sur les terres arides qu'ils veulent fertiliser.

849. 2°. Les animaux transpirent le gaz azote, et absorbent la partie oxigénée de l'air atmosphérique; les plantes, au contraire, exhalent le gaz oxigène et aspirent le gaz azote. C'est cette opposition d'effets qui garantit à l'atmosphère la pureté qui lui convient: d'où il résulte que la végétation est un des moyens les plus propres que la nature emploie pour purifier l'atmosphère.

850. 3°. De ce que les plantes qui végètent absorbent le gaz azote et transpirent le gaz oxigène, quelques physiciens ont conclu

Digitized by Google

qu'on pouvoit les employer avec avantage, pour rendre à l'air contenu dans des chambres ou dans des salles bien fermées, le degré de pureté qui lui convient, et qu'il doit nécessairement perdre faute de communiquer librement avec l'air extérieur; mais les expériences d'Ingen-Houz et de Sennebier ne nous permettent pas de croire à l'efficacité de ce moyen. Il résulte des travaux de ces célèbres physiciens, que les feuilles des plantes exposées aux rayons du soleil, rendent à l'atmosphère le fluide vivifiant sans cesse détruit par la combustion et la respiration; mais l'ombre change entièrement cette propriété bienfaisante des feuilles, qui ne donnent plus que du gaz méphitique lorsqu'elles sont privées du contact de la lumière. Les végétaux ne peuvent donc servir à purifier l'atmosphère des chambres et des salles bien fermées. Ceux qui ont reçu leur dernier degré d'accroissement ne manqueroient pas d'être nuisibles par la production du gaz méphitique, à laquelle la fermentation donne naissance.

851. 4°. Les insectes partagent avec les plantes le privilége d'absorber le gaz azote. Les mouches, les papillons, &c. vivent par-

Digitized by Google

faitement bien dans les substances gazeuses qui résultent de la putréfaction des substances animales et végétales. Priestley a répété souvent avec succès ces sortes d'expériences. Il s'est vu quelquefois obligé de retirer les plantes plongées dans le gaz azote, pour les débarrasser des essaims de pucerons dont elles étoient couvertes ; et quelques-uns d'entr'eux se cachoient encore si bien et se multiplioient si rapidement, qu'il pouvoit rarement en conserver les plantes tout-à-fait exemptes.

852. Cette propriété d'absorber le gaz azote n'est pas le seul point d'analogie que les insectes et les végétaux offrent aux regards du physicien. 1°. Leurs organes respiratoires sont conformés de la même manière ; ils sont disposés sur tout le corps du végétal et de l'animal. 2°. La plante et l'insecte transpirent l'un et l'autre du gaz oxigène. Fontana a trouvé dans les eaux stagnantes plusieurs insectes qui, exposés au soleil, donnoient du gaz oxigène. 3°. Les insectes fournissent encore à l'analyse des produits semblables à ceux des plantes, tels que des résines, des huiles volatiles, &c.

Quelques physiciens pensent avec Priest-

Digitized by Google

ley que le gaz azote est composé de gaz oxigène et de phlogistique ou calorique combiné. Cette opinion est fondée sur l'altération apparente qu'éprouve le gaz azote par son agitation dans l'eau. Il devient propre, disent ces physiciens, à la combustion et à la respiration : il change donc de nature ; et ce changement n'annonce-t-il pas la décomposition de cette substance gazeuse ? Cette expérience sur laquelle ces physiciens fondent leur opinion, est une expérience illusoire, qui les a conduits à de fausses conséquences sur la nature du gaz azote. Ils n'ont point vu que l'eau a non-seulement l'inconvénient d'absorber certains gaz ; mais qu'elle fournit souvent d'elle-même de l'air atmosphérique, parce qu'elle n'intercepte qu'imparfaitement la communication de l'intérieur à l'extérieur. Ils n'ont point vu que toutes les fois qu'il y a vide ou seulement raréfaction au-dessus de l'eau, l'air qu'elle contient s'en dégage à l'instant ; ils n'ont point vu enfin, que quand l'eau se trouve en contact avec un gaz qui a plus d'attraction pour elle que l'air atmosphérique, celui-ci est rendu libre pendant que l'autre est absorbé.

Digitized by Google

Les chimistes modernes regardent la base du gaz azote comme une substance simple, parce qu'ils n'ont pu encore parvenir à la décomposer. Cette simplicité n'est pas absolue. La base du gaz azote est le terme actuel auquel arrive l'analyse chimique; mais l'expérience ne nous a que trop souvent prouvé que le terme de l'artiste n'est pas toujours celui où se fixe la nature.

Le gaz azote dépouillé de son calorique, est la base de l'acide nitrique, de l'acide nitreux, et de l'ammoniaque. Les preuves qui établissent ces vérités, trouveront dans cet ouvrage un place marquée par la loi que nous nous sommes faite de ne procéder, autant qu'il est possible, que du connu à l'inconnu.

Digitized by Google

LIVRE VIII.

DE L'EAU.

853. L'EAU est un fluide transparent, sans couleur, sans odeur, jouissant d'une grande mobilité, et susceptible de prendre différens états d'agrégation. Elle se présente quelquefois sous la forme d'un solide, le plus souvent sous celle d'un liquide; dans certaines circonstances, elle prend la forme gazeuse. Pour bien connoître l'eau, il importe de l'envisager sous ces différens états, et d'étudier ensuite sa nature.

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE.

DE L'EAU CONSIDÉRÉE DANS SES DIFFÉRENS ÉTATS D'AGRÉGATION.

CHAPITRE PREMIER.

De l'eau à l'état de solide, ou de la glace.

854. Il est inutile de tracer le tableau des différentes hypothèses qui ont été imaginées pour expliquer la formation de l'eau solide ou de la glace. Elles n'offrent toutes que des conjectures vagues et hasardées que la saine physique a condamnées à l'oubli et qui ne doivent trouver place que dans l'histoire de la science.

Les découvertes modernes nous ont parfaitement dévoilé le mystère de la congélation.

855. L'eau passant de l'état liquide à l'état solide, perd une partie du calorique qui lui est propre.

Digitized by Google

Expérience.

Plongez deux thermomètres, l'un dans l'eau qui se change en glace, l'autre dans une atmosphère assez froide pour faire geler l'air. L'expérience fait voir que le premier marque quelques degrés au-dessus de zéro, tandis que le second reste constamment à zéro ou au-dessous : d'où il résulte qu'une partie du calorique combiné avec l'eau liquide l'abandonne dans son passage de cet état à celui de solide, et conséquemment que l'eau solide ou la glace n'est autre chose que de l'eau liquide, moins une certaine quantité de calorique.

856. Quand la glace passe à l'état liquide, il se produit du froid dans l'air ambiant. Cela vient de ce que l'eau ne peut passer de l'état solide à l'état liquide sans recouvrer la même quantité de calorique qu'elle avoit perdue dans son passage à l'état solide, et qui ne peut lui être fournie que par l'atmosphère environnante.

857. Le contact de l'air favorise la formation de la glace. De l'eau contenue dans un verre bien fermé de toutes parts, se gèle avec beaucoup de lenteur, tandis que si on la rend accessible à l'air par une ouver-

Digitized by Google

ture quelconque, la congélation est plus prompte.

Ce phénomène est semblable à celui de la cristallisation des sels, que la présence de l'air rend toujours plus rapide.

858. Un léger mouvement accélère la formation de la glace. L'expérience atteste cette vérité ; et comme on observe la même chose dans la cristallisation des sels, ces deux phénomènes offrent divers points d'analogie qui nous portent à conclure que la congélation est une véritable cristallisation. Les observations du célèbre Demeyran confirment cette conclusion ; ce physicien rapporte que lorsque la congélation n'est pas très-prompte, la glace se présente sous la forme d'aiguilles qui adhèrent les unes aux autres sous un angle de 60 ou 120 degrés.

859. La glace a plus de volume, et conséquemment moins de pesanteur spécifique que n'en avoit, avant la congélation, l'eau qui a servi à la former, quoique dans l'acte de la congélation, les molécules de l'eau se soient réellement rapprochées par l'abandon du calorique.

Pour expliquer ce phénomène, il faut

Digitized by Google

observer, 1°. que l'eau contient plus ou moins d'air, à moins qu'on ne l'en ait purgée par des procédés chimiques. Lorsqu'elle entre en congélation, elle abandonne l'air qu'elle tenoit en dissolution, et qui reprend son état élastique. L'air dissous dans l'eau étoit d'une densité égale à celle de ce liquide, c'est-à-dire environ 800 fois plus grande que sa densité ordinaire : donc en reprenant son état élastique, il occupe 800 fois plus d'espace qu'il n'en occupoit auparavant. Il tend donc à écarter les différentes couches d'eau, à mesure qu'elles passent à l'état solide, et à augmenter ainsi le volume total de la masse où il est alors emprisonné. 2°. Indépendamment de l'air contenu entre ses molécules, l'eau peut acquérir plus de volume en passant à l'état solide, quoique ses molécules se rapprochent réellement ; car la congélation s'opère en vertu d'une force de cristallisation, qui peut faire qu'il se forme entre es divers cristaux des espaces vides dont la somme fasse plus que compenser le rapprochement qu'éprouvent les molécules par l'abandon du calorique : d'où doit nécessairement résulter une augmentation de volume. Il m'est arrivé plusieurs fois de

Digitized by Google

mettre à geler dans des vases très-minces, de l'eau bien purgée d'air. Les vases ont toujours cassé.

860. La glace a de la saveur ; elle réfracte fortement la lumière, et elle est très-sensiblement élastique. Si l'on laisse tomber sur un plan une sphère de glace, elle se réfléchit, et cette réflexion ne peut avoir que l'élasticité pour cause.

861. La glace acquiert quelquefois une solidité telle qu'elle résiste aux efforts violens qu'on fait pour détruire son agrégation. Voici ce que rapporte Demeyran à ce sujet, dans sa belle dissertation sur la glace.

« Pendant l'hiver de 1740, on construisit à Pétersbourg, suivant les règles de la plus élégante architecture, un palais de glace de 17 mètres 48 millimètres (52 pieds et demi) de longueur sur 5 mètres 358 millimètres (16 pieds et demi) de largeur, et 6 mètres 495 millimètres (20 pieds) de hauteur, sans que le poids des parties supérieures et du comble, qui étoient aussi de glace, parût endommager le moins du monde le pied de l'édifice. La Néva, rivière voisine où la glace avoit environ trois quarts de mètre (2 ou 3 pieds) d'épaisseur, en avoit

Digitized by Google

fourni les matériaux. Pour augmenter la merveille, on plaça au-devant du bâtiment six canons de glace avec leurs affûts de la même matière, et deux mortiers à bombe dans les mêmes proportions que ceux de fonte. Ces pièces étoient du calibre de celles qui portent ordinairement 1 kilogramme et demi (3 liv.) de poudre : on ne leur en donna cependant qu'un quarteron (122 grammes), et on les tira ; le boulet d'une de ces pièces perça à soixante pas une planche de 54 millimètres (2 pouces) d'épaisseur. Le canon, dont l'épaisseur étoit tout au plus de 108 millimètres (4 pouces), n'éclata point par cette explosion ».

CHAPITRE II.

De l'eau à l'état de liquide.

862. Si l'on soumet de la glace à l'action du calorique, il la pénètre, en écarte les molécules, et la fait passer à l'état de liquide. Cette espèce de transformation fait perdre à l'eau quelques propriétés et lui en donne des nouvelles.

Digitized by Google

863. Dans l'état liquide, l'eau n'est pas sensiblement compressible, c'est-à-dire, qu'elle résiste avec opiniâtreté aux moyens que nous employons pour effectuer sa compression; il n'est donc pas étonnant qu'elle ne donne pas des signes sensibles d'élasticité, qui supposent toujours une compression effectuée. La compressibilité et l'élasticité de l'eau n'en sont pas moins réelles; 1°. parce qu'elle propage le son, propriété qui appartient exclusivement à des milieux élastiques. 2°. Si, à l'exemple des académiciens de Florence, on soumet à l'action d'une presse des sphères métalliques pleines d'eau, l'expérience fait voir qu'elles ne suintent l'eau qu'après avoir été retirées de la presse : l'eau s'est donc resserrée dans un plus petit espace pendant la durée de la compression; et du moment qu'elle a fini, son élasticité, tendant à la rétablir dans ses premières limites, lui a frayé une route à travers les pores du métal.

864. L'eau liquide contient de l'air, dont la quantité ne peut être mesurée par le nombre des bulles qui s'élèvent sur la surface de l'eau, quand on renferme un vase plein de ce liquide sous un récipient qu'on purge d'air.

Digitized by Google

Expérience.

On met sous le récipient de la machine pneumatique un verre plein d'eau; on pompe l'air; des bulles sans nombre s'élèvent subitement sur la surface du liquide; on prend le verre plein d'eau purgée d'air, on le plonge entièrement dans une masse d'eau, et on l'agite assez vivement, afin qu'il se remplisse d'eau nouvelle. On met ensuite le verre plein d'eau nouvelle sous le récipient, on pompe l'air, et on n'apperçoit, à la surface du liquide, qu'un très-petit nombre de bulles; d'où il résulte que si, dans le premier cas, on a vu s'élever, sur la surface de l'eau, un grand nombre de bulles, elles venoient moins de l'eau que des parois intérieures du verre, auxquelles elles adhéroient en vertu de l'attraction.

La quantité d'air que l'eau absorbe et qu'elle tient en dissolution, est estimée être d'environ $\frac{1}{10}$ de son volume.

865. L'eau et l'air exercent l'un sur l'autre une action réciproque, mais inégale, en vertu de laquelle l'eau dissout de l'air, et l'air dissout de l'eau, mais en plus grande proportion; car si l'on laisse de l'air bien

Digitized by Google

sec sur de l'eau bien purgée, l'un et l'autre satisferont leur attraction réciproque, et il s'établira deux saturations; trois décimètres cubes de cet air (environ un pied cube) donneront 5 à 600 milligrammes (10 à 12 grains) d'eau. La chimie offre beaucoup d'exemples de corps qui se partagent ainsi, en raison de leurs attractions.

866. La dissolution de l'eau dans l'air constitue l'évaporation, qu'il ne faut pas confondre avec la vaporisation qui résulte exclusivement de la combinaison de l'eau avec le calorique; néanmoins pour se dissoudre dans l'air, l'eau absorbe une certaine quantité de calorique, qui la fait passer à l'état de fluide élastique : le refroidissement qui accompagne toujours l'évaporation atteste cette vérité. Mais l'union de l'eau avec le calorique, pour passer à l'état gazeux, est déterminée par l'attraction de l'air. L'eau acquiert probablement alors plus de capacité dissolvante pour le calorique : son attraction pour ce fluide devient plus grande que celle des corps environnans qui lui en cèdent. Ces effets sont, en quelque sorte, simultanés, et c'est l'attraction de l'air qui leur donne naissance : de-là vient sans

Digitized by Google

doute qu'après cette dissolution l'air est plus léger que lorsqu'il est sec; ce qui fait voir que l'eau, en se dissolvant, a pris un volume dont la pesanteur spécifique est moindre que celle de l'air lui-même. Cette propriété de l'eau, que de nombreuses et exactes expériences de Saussure ne permettent pas de regarder comme équivoque, fournit l'explication la plus satisfaisante de l'abaissement du mercure dans le baromètre, lorsque l'air atmosphérique se sature d'humidité.

867. L'air dissout d'autant plus d'eau que sa température est plus élevée. Leroi a déjà fait voir depuis long-temps qu'une bouteille bien bouchée, exposée à une température de vingt degrés, laisse déposer sur ses parois, en forme de gouttelettes, une partie de l'eau contenue dans l'air dont la bouteille est remplie. Cette espèce de rosée devient plus abondante à une plus basse température; mais l'eau précipitée s'évanouit ensuite, du moment que l'air, devenu plus sec par une augmentation de température, a recouvré la faculté de la dissoudre.

868. L'air dissout d'autant plus d'eau, qu'il est plus comprimé. A la faveur d'une

Digitized by Google

forte compression, on sature l'air d'une plus grande quantité d'eau. La pompe pneumatique confirme cette assertion, par le nuage humide dont elle s'obscurcit aux premiers coups de piston.

869. La température et la pression de l'atmosphère éprouvent de grandes et fréquentes variations, qui rendent l'air tantôt plus, tantôt moins avide d'eau ; de manière qu'il l'enlève ou la laisse précipiter suivant les circonstances : de-là la pluie ordinaire, la rosée, la neige, et en général tous les météores aqueux dont l'atmosphère est le théâtre.

870. La précipitation de l'eau tenue en dissolution dans l'air, ne paroît cependant pas suffire à la production de cette quantité de pluie qui inonde la surface de la terre. Les nuages sont encore le produit des brouillards, et ceux-ci ont pour cause une combinaison, avec excès d'eau, qui s'est formée, dans des circonstances favorables, au point de contact des eaux et de l'air atmosphérique, et qui peut être rassemblée en cet état par les vents qui soufflent des mers et des lieux humides. Cette combinaison d'air avec excès d'eau pourra exister en certaine quan-

Digitized by Google

tité dans une couche d'air, sans prendre l'apparence de nuage sensible ; mais la compression de l'air devenu moins transparent, lui donnera la forme vésiculaire.

Ajoutons à cela que les pluies d'orage ont probablement pour cause la combinaison du gaz oxigène et du gaz hydrogène, que l'étincelle électrique enflamme dans les hautes régions de l'atmosphère. J'exposerai dans la suite les motifs qui me paroissent appuyer cette opinion.

871. L'eau s'échauffe assez promptement. Il y a cependant lieu de croire qu'elle seroit un mauvais conducteur de calorique, si ses molécules n'avoient la faculté de se mouvoir entr'elles avec la plus grande facilité. *Crawford* a essayé de faire fondre un morceau de glace au fond d'un vase plein d'eau. Il a resté à se fondre beaucoup plus de temps qu'à sa surface. C'est que les molécules qui touchent la surface du vase qui s'échauffe, une fois unies à une portion de calorique, deviennent spécifiquement plus légères ; elles gagnent le niveau supérieur, sont remplacées par les plus froides qui sont les plus pesantes ; d'où résultent deux courans continus de molécules ; l'un ascendant et l'autre descendant.

Digitized by Google

872. Le phénomène de l'ébullition a pour cause le passage de l'eau de l'état liquide à celui de vapeur. Car si l'on soumet à l'action d'une forte chaleur un vase rempli d'eau, toutes les molécules ne s'échauffent pas également vîte; et celles qui prennent les premières la forme d'un fluide élastique, ne pouvant se dissoudre dans l'eau liquide, sont forcées, par leur légéreté spécifique, de concert avec l'action de la chaleur, de s'élever sur le liquide; elles crèvent sur sa surface, et se répandent dans l'air environnant qui a la faculté de les dissoudre.

873. L'ébullition est d'autant plus prompte, que la pression de l'atmosphère est moindre et réciproquement; car la colonne d'air qui repose sur l'eau exerce sur elle une pression qui s'oppose à sa raréfaction, sollicitée d'ailleurs par l'action du calorique; de sorte que les molécules de l'eau ne s'écartent pour passer à l'état de vapeur, qu'en vertu de la différence de ces forces; différence qui est d'autant plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, que la pression de l'atmosphère est moindre.

874. La lumière ne fait souffrir à l'eau aucune altération sensible, quoique ce li-

Digitized by Google

quide fasse éprouver à la lumière une réfraction supérieure à sa densité. Newton avoit conclu de cette propriété, que l'eau contient quelque principe combustible; et ce n'est que dans ces derniers temps que l'analyse et la synthèse les plus sévères ont réuni leurs efforts, pour confirmer la justesse de cette conclusion.

875. L'eau liquide a plus de tendance à la combinaison que l'eau solide, parce que son agrégation est moindre. Elle se trouve par-tout; il n'est pas de substance naturelle ou artificielle qui n'en contienne plus ou moins; elle est le milieu nécessaire à toute cristallisation.

876. L'eau n'est jamais pure; elle tient toujours en dissolution différentes substances qui altèrent son homogénéité. 1°. Un peu de sable, ce qui donne naissance aux cristallisations du quartz, dont la nature nous offre tant d'exemples; 2°. des substances calcaires en divers états, ce qui produit les stalactites qu'on trouve dans les grottes souterraines, comme aux grottes d'Arcy en Bourgogne, aux caves de l'observatoire, &c.; 3°. du soufre; 4°. des métaux, &c. &c.

Digitized by Google

877. Lorsque l'eau contient des sels terreux, elle se refuse à la cuisson des légumes, et à la dissolution du savon. Le premier de ces phénomènes tient à ce que, par l'ébullition, il se forme autour des légumes une croûte qui empêche l'eau de les pénétrer comme il le faudroit pour leur cuisson. Aussi les légumes, soit verds ou humides, cuisent-ils dans ces sortes d'eaux, parce qu'alors ils le font aux dépens de leur eau de végétation, ou aux dépens de celle dont ils étoient imbibés. Quant au savon, il se fait une double combinaison, d'où résultent un savon calcaire insoluble, et un sel formé par l'acide que la chaux abandonne, et par la soude du savon employé.

878. Dans les usages domestiques, on juge de la bonté d'une eau, 1°. par sa saveur; 2°. par sa facilité à bouillir; 3°. à l'aide du savon, qui indique s'il s'y trouve ou non des sels calcaires.

Ce ne sont là que des indices vagues, qui ne sauroient satisfaire le physicien. S'il veut déterminer les substances contenues dans l'eau avec leurs proportions, il recueille les gaz à l'appareil au mercure, et les substances

Digitized by Google

solides par évaporation à siccité. S'il ne veut que des indications, il emploie des réactifs. Le nitrate d'argent lui démontre la présence de l'acide muriatique; le muriate de baryte, celle de l'acide sulfurique; l'acide oxalique, celle de la chaux; l'ammoniaque, celle de la magnésie; l'eau de chaux, celle de l'acide carbonique; le sulfate de fer, celle de l'air commun; l'acide nitreux concentré, celle du gaz hydrogène sulfuré; le nitrate d'argent, celle du soufre, &c. &c. C'est par de semblables procédés qu'on a reconnu que l'eau de rivière est la plus pure, et l'eau des puits la plus impure.

879. Si l'on chauffe de l'eau dans des vaisseaux fermés et dans un appareil convenable, on en recueille les vapeurs, qui, condensées par le refroidissement, forment l'eau distillée. C'est le seul moyen de la purifier, et de la séparer des substances salines que la filtration ne sauroit lui enlever. L'eau distillée a une saveur fade; elle fait éprouver à l'estomac un sentiment de pesanteur; en l'agitant avec le contact de l'air, elle prend une saveur vive, et on peut alors la boire sans danger. La distillation n'altère point l'eau. Boerhaave l'a distillée cinq cents

Digitized by Google

fois de suite, sans qu'elle ait souffert la plus légère altération.

880. Si l'on plonge dans l'eau plusieurs corps hétérogènes, tous s'imbibent de ce fluide; mais cette imbibition a un terme qui est le point où il y a équilibre entre les attractions; c'est-à-dire, lorsque la force de ceux qui attiroient d'abord l'eau plus puissamment, et qui diminue à mesure qu'elle approche de son terme de saturation, se trouve égale à celle de ceux qui agissoient plus foiblement sur ce fluide; de sorte que si l'on met en contact deux corps humectés dont les attractions pour l'eau ne sont pas en équilibre, celui dont l'attraction sera plus foible cédera de son fluide à l'autre, jusqu'à ce que l'équilibre s'établisse. C'est dans cette disposition d'un corps à mouiller un autre corps qui le touche, que consiste ce que l'on nomme humidité.

881. L'air est de tous les corps celui dont il nous importe le plus de connoître les différens degrés d'humidité; de-là l'invention de l'hygromètre. On en a imaginé d'autant d'espèces qu'il s'est présenté de corps sur lesquels l'humidité produisoit divers degrés de dilatation ou de condensation; mais comme

Digitized by Google

la plupart de ces hygromètres n'étoient pas comparables, il n'en pouvoit résulter aucun avantage réel pour la science.

882. L'hygromètre de Saussure est le seul qui ait rempli le vœu et fixé le choix des physiciens. Il est fondé sur la propriété qu'a le cheveu, de s'alonger par l'humidité, et de se raccourcir par le dessèchement. Voici la manière la plus simple de le construire.

On prend un cheveu préparé convenablement; on attache un des deux bouts à un point fixe, et l'autre à la circonférence d'un petit cylindre mobile, qui porte, à l'une de ses extrémités, une aiguille légère. Le cheveu est tendu par un contre-poids de 159 milligrammes (3 grains), suspendu à une soie déliée, qui est roulée en sens contraire autour du même cylindre. A mesure que le cheveu s'alonge ou se raccourcit, il fait tourner le cylindre dans un sens ou dans l'autre, et conséquemment la petite aiguille dont les mouvemens se mesurent sur la circonférence d'un cercle gradué, autour duquel l'aiguille fait sa révolution. De cette manière, une variation très-petite dans la longueur du cheveu devient sensible, par le mouvement beaucoup plus considérable

Digitized by Google

qu'elle occasionne dans l'extrémité de l'aiguille ; et l'on voit aisément qu'à des degrés égaux d'alongement ou de raccourcissement dans le cheveu, répondent des arcs égaux parcourus par l'aiguille.

883. Pour rendre comparables tous les hygromètres construits de cette manière, il falloit donner deux termes fixes à l'échelle. Saussure en a pris un dans l'extrême de l'humidité, et l'autre dans celui de la sécheresse ; il détermine le premier, en plaçant l'hygromètre sous un récipient de verre, dont il a mouillé exactement avec de l'eau toute la surface intérieure. L'air, en se saturant de cette eau, agit par son humidité sur le cheveu pour l'alonger. On humecte de nouveau et à plusieurs reprises l'intérieur du récipient ; et lorsque, par un séjour plus long sous le récipient, le cheveu cesse de s'étendre, on reconnoît que le terme de l'humidité extrême est arrivé.

Pour déterminer le terme de l'extrême sécheresse, on renferme l'hygromètre sous un récipient chaud et bien desséché, avec un morceau de tôle pareillement échauffé et couvert de potasse caustique. Cet alkali, en exerçant sa faculté absorbante sur ce qui

Digitized by Google

reste d'humidité dans l'air environnant, sollicite le cheveu à se raccourcir jusqu'à ce qu'il ait atteint le dernier terme de sa contraction. Les deux extrêmes fixes de l'échelle une fois bien déterminés, on la divise en cent degrés.

884. Les effets de la chaleur sur le cheveu modifient ceux de l'humidité et de la sécheresse ; car si l'air s'échauffe autour de l'hygromètre, sa faculté dissolvante à l'égard de l'eau est augmentée ; il enlève donc au cheveu une portion de l'eau dont il est imbibé ; et à raison de cette soustraction, le cheveu est raccourci. D'un autre côté, la chaleur pénètre le cheveu, et agit pour l'alonger, quoique beaucoup plus foiblement ; d'où il résulte que l'effet total se complique de deux effets partiels et contraires. Dans les observations délicates, il importe donc de consulter en même temps le thermomètre et l'hygromètre, afin de pouvoir démêler l'effet principal ou le degré d'humidité de l'air d'avec l'effet auquel la chaleur donne naissance.

885. Il importe de remarquer, 1°. que l'hygromètre ne donne jamais l'humidité absolue de l'air, mais seulement le rapport qui existe

Digitized by Google

entre telle dose d'humidité et tel degré de dilatation du cheveu; 2°. que l'hygromètre n'indique pas l'eau dissoute dans l'air, il marque seulement l'eau qui se dissout et l'eau qui se précipite, au moment où la dissolution et la précipitation s'effectuent; car pendant les ardeurs de l'été, lorsque le ciel est sans nuages, l'hygromètre ne marque aucune humidité; il y a néanmoins dans l'atmosphère une grande quantité d'eau dissoute, comme il est aisé de s'en convaincre en prenant de cet air chaud et sec, et en le plongeant dans la glace: son immersion est marquée par une précipitation de gouttelettes d'eau, et c'est alors que l'hygromètre en annonce la présence.

886. La chimie fournit des substances qui, par leur extrême avidité pour l'eau, pourroient servir d'hygromètre, avec même cette différence avantageuse qu'elles donneroient des résultats pondérables; mais outre l'embarras et l'impossibilité même de faire, avec ces substances, des instrumens comparables, on ne seroit jamais sûr, 1°. d'avoir employé des substances parfaitement pures; 2°. d'avoir entièrement dépouillé d'eau la masse d'air examinée. Ces considérations justifient la

Digitized by Google

préférence qu'on a donnée à l'hygromètre de Saussure, sur-tout si on le prend fabriqué à Genève, parce que les cheveux subissent une préparation qui doit être uniforme.

CHAPITRE III.

De l'eau à l'état de vapeur.

Lorsqu'on combine de l'eau liquide avec une certaine quantité de calorique, elle prend la forme d'un fluide élastique, et cette transformation lui fait acquérir des propriétés remarquables.

887. 1°. Sa tendance à la combinaison devient d'autant plus grande que son agrégation est devenue plus foible; c'est pourquoi l'air dissout la vapeur aqueuse avec plus de facilité que l'eau liquide.

888. 2°. Dans l'état de vapeur, l'eau occupe un espace quatorze cents fois plus considérable qu'à l'état liquide. Elle est moins pesante que l'air; ce qui fait que ce dernier en se saturant d'eau, devient spécifiquement plus léger, et doit conséquemment s'élever dans l'atmosphère.

889. 3°. L'eau vaporisée est parfaitement

Digitized by Google

invisible lorsqu'elle passe dans un air un peu sec, et dont la température est au moins de 18 ou 20 degrés. Mais si l'air qui reçoit la vapeur est déjà saturé d'eau, et que sa température ne soit que de 9 ou 10 degrés, la vapeur y devient apparente sous la forme d'un nuage très-sensible d'un gris blanc.

890. 4°. Dans l'état de vapeur, l'eau contient une quantité de calorique, telle qu'un demi-kilogramme (une livre) est capable de porter 50 kilogrammes d'eau (100 livres) de 0 à +2, c'est-à-dire à 200 degrés thermométriques ; et comme l'eau vaporisée ne marque que 80 degrés (échelle de Réaumur), il s'ensuit qu'elle recèle 120 degrés de chaleur intimement combinée, non sensible au thermomètre. C'est ainsi que l'eau à 0 absorbe 60 degrés de plus qu'à l'état de glace.

891. 5°. L'eau vaporisée agit sur la lumière qu'elle semble décomposer comme le prisme.

892. 6°. La vapeur aqueuse jouit d'une élasticité considérable. Son ressort est tel que lorsqu'elle est enchaînée dans des limites trop étroites, elle fait de violens efforts pour vaincre l'obstacle qui s'oppose à sa libre expansion. Les machines à vapeur dont le mé-

Digitized by Google

canisme et l'usage sont aujourd'hui presque généralement connus, nous offrent des exemples bien frappans de cette vérité.

893. Le bois dur, l'ivoire, les os, deviennent mous et friables dans la vapeur aqueuse qui remplit la marmite de Papin.

894. La pompe à vapeur offre des effets plus surprenans, et mérite des détails plus étendus.

Les mouvemens de la pompe à vapeur prennent naissance dans le jeu d'un piston s'élevant et s'abaissant alternativement dans un cylindre creux, qui communique avec une chaudière soumise à l'action d'une forte chaleur. Toutes les pompes à feu qui ont été exécutées jusqu'ici se ressemblent sous ce rapport, et elles ne diffèrent que par la manière dont la vapeur qui se forme dans la chaudière, contribue au jeu du piston. Dans les premières machines de cette espèce qui ont été imaginées, la vapeur aqueuse agit exclusivement sur la partie inférieure du piston, détermine son élévation dans le cylindre, et le piston ne descend ensuite que par la pression de l'air atmosphérique.

895. Ce qui distingue la pompe à feu de Chaillot, dont nous devons la construction

Digitized by Google

aux frères Perrier et l'invention à Wats, c'est le double emploi de la vapeur dont une partie s'introduit en dessous du piston, comme dans les machines précédemment exécutées, et l'autre en dessus du même piston, en sorte que l'intérieur du cylindre n'a aucune communication avec l'air atmosphérique.

896. Pour concevoir le jeu de cette machine, supposons que le piston soit monté au point le plus élevé de sa course, où il est soutenu par un contre-poids placé à l'extrémité du balancier opposée à celle qui conduit le piston du cylindre à vapeur. Alors, il y a un vide dans toute la partie du cylindre située en dessous; la vapeur entre par-dessus, et sa force, supérieure à celle du contre-poids, détermine la descente du piston dans la cavité du cylindre : une nouvelle vapeur pénètre subitement sous la base inférieure du piston et le force de s'élever jusqu'à ce qu'il se trouve en équilibre entre les deux vapeurs : alors, il continue de s'élever par l'action du contre-poids. A mesure que le piston monte, il refoule la vapeur qui est en dessus, et qui va se rendre sous sa base inférieure pour remplir l'espace qu'il laisse vide par son ascension. Alors s'ouvre un

Digitized by Google

tuyau latéral qui communique avec le bas du cylindre, et qu'on appelle *condenseur;* la vapeur pénètre dans sa cavité, et une injection d'eau froide l'y condense.

Le piston redescend ensuite, et remonte alternativement en vertu d'une combinaison semblable des différentes actions produites par les deux vapeurs et par le contre-poids.

897. La machine de Chaillot, construite d'après ces principes, a pour objet d'élever l'eau d'un puisard qui communique avec la Seine pour la distribuer en différens quartiers de Paris. Cette machine peut fournir 13710,904 mèt. c. (400000 pieds c.) d'eau en vingt-quatre heures. La vapeur soulève le piston d'un cylindre qui a 1 mètre 623 millimètres et demi (5 pieds) de diamètre, et qui est chargé d'une colonne d'air qui pèse plus de 21278 kilogr. (43500 livres).

898. Betancourt a fait construire à Paris, dans l'île des Cygnes, une pompe à feu, qui a de grands avantages sur celle de Chaillot. La vapeur s'y introduit aussi en dessous et en dessus du piston; mais la perfection du mécanisme consiste en ce que l'injection d'eau froide se répète des deux côtés; en sorte qu'elle condense tour-à-tour

Digitized by Google

la vapeur supérieure, en laissant à celle qui agit par-dessous toute sa force pour élever le piston, et la vapeur inférieure pour donner lieu à celle qui passe dans le haut du cylindre d'exercer de même tout son effort sur la base supérieure du piston. Il en résulte que le piston est poussé avec la même force en montant et en descendant : d'où naissent des avantages bien marqués dont le détail nous mèneroit trop loin. *Voyez* à ce sujet, le second volume de l'Hydrodynamique de Proni.

899. La pompe de Wats paroissoit portée au plus haut degré de perfection qu'elle pût atteindre, sur-tout d'après les efforts inutiles de plusieurs de ses contemporains pour faire disparoître les défectuosités qu'elle présente ; elles consistent dans la grandeur du frottement, dans la complication du mécanisme, et principalement dans l'imperfection du vide, nécessitée par l'air dégagé de l'eau injectée pour opérer la condensation.

900. Ces défauts qui avoient résisté aux travaux d'un grand nombre de physiciens ont enfin cédé aux efforts de *Cartwright*. Il évite le frottement trop considérable des

Digitized by Google

pistons en les faisant entièrement de métal, et pour obtenir le vide, il condense la vapeur par l'application du froid aux surfaces extérieures d'un réservoir où elle est reçue. *Voyez* à ce sujet le premier numéro des Annales des arts et manufactures, qui renferme une description exacte de cette nouvelle machine.

901. L'action de la vapeur aqueuse retenue par des obstacles, fait souvent naître de funestes accidens. Lorsque les canons ont tiré pendant un certain temps, on les rafraîchit avec un torchon humecté qu'on attache à une des extrémités d'un bâton. Si le torchon remplit trop exactement le calibre, la vapeur qui se forme dans le fond du canon, ne pouvant s'étendre avec facilité, donne au torchon une impulsion violente, et emporte quelquefois le bras du canonnier. Il seroit aisé de prévenir de semblables malheurs en substituant au bâton un tuyau creux qui offriroit un passage libre à la vapeur.

902. 7°. La vapeur aqueuse alimente la combustion, comme on l'observe dans la lampe de l'Emailleur, l'éolipyle, &c.

903. L'éolipyle est un globe de cuivre

Digitized by Google

creux, auquel on joint un tuyau dont l'orifice est très-étroit. On échauffe le globe ; l'air intérieur se dilate et s'échappe en partie par le tuyau. On plonge promptement le tuyau de l'éolipyle dans l'eau, qui cédant à la pression de l'air extérieur, s'introduit dans le globe où elle trouve moins de résistance. Lorsque le globe est rempli d'eau en partie, on le soumet à l'action d'une forte chaleur ; bientôt l'eau renfermée dans le globe est réduite à l'état de vapeur ; elle s'échappe avec violence à travers le tuyau ; et si l'on dirige le jet de la vapeur sur un charbon tant soit peu embrasé, on le voit brûler avec une étonnante activité. Après avoir étudié la nature de l'eau, nous serons à même de donner de ce phénomène une explication satisfaisante.

Digitized by Google

LIVRE VIII.

SECONDE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

De la nature de l'eau.

904. On a regardé jusqu'ici l'eau comme une substance élémentaire. Cette doctrine a été celle de tous les âges et de toutes les écoles. Le préjugé de la simplicité de l'eau est donc un préjugé difficile à combattre, et quoiqu'un grand nombre de faits nouvellement établis lui enlèvent cette antique prérogative, il n'est pas étonnant de voir encore quelques physiciens, esclaves de leurs opinions routinières, résister à l'ascendant de l'évidence. La question de la composition de l'eau n'est plus en effet une question problé-

Digitized by Google

matique. Il est rigoureusement démontré que l'eau est une substance composée, et c'est aux chimistes modernes que nous devons les expériences ingénieuses qui attestent cette composition.

Décomposition de l'eau.

Première expérience.

Prenez un tube de verre EF (fig. 117) d'environ 22 millimètres (10 lignes) de diamètre, que vous ferez passer au travers d'un fourneau, en lui donnant une légère inclinaison de E en F. Introduisez dans ce tube 1,5 gramme (28 grains) de charbon, qui préalablement a été exposé à une chaleur incandescente dans des vaisseaux fermés : adaptez ensuite à l'extrémité supérieure E de ce tube, une cornue de verre A qui contient une quantité bien connue d'eau distillée, et à son extrémité inférieure F, un serpentin SS qui s'ajuste en F au goulot d'un flacon H à deux tubulures; enfin, à l'une des deux tubulures du flacon adaptez un tube de verre recourbé KK, destiné à conduire les fluides aériformes dans un ap-

Digitized by Google

pareil propre à en déterminer la quantité et la qualité.

Tout étant ainsi disposé, on allume assez de feu dans le fourneau VVXX pour entretenir toujours bouillante l'eau de la cornue A; on allume en même temps du feu dans le fourneau EFCD, et on l'alimente de manière à faire rougir le tube de verre EF.

Le succès de cette expérience tient à plusieurs circonstances qu'il n'est pas aisé de réunir, et qui, par-là même, en augmentent la difficulté. Le tube doit être de verre vert bien cuit, et d'une fusion difficile. Il faut en outre qu'il soit enduit d'un lut d'argile, mêlé avec du ciment fait avec des poteries de grès réduites en poudre; et dans la crainte qu'il ne fléchisse par le ramollissement, on le soutient dans son milieu avec une barre de fer qui traverse le fourneau.

L'eau de la cornue A se vaporise par l'ébullition. Elle remplit l'intérieur du tube EF, et elle en chasse l'air atmosphérique; la vapeur aqueuse se condense ensuite, par le refroidissement, dans le serpentin SS, et il tombe de l'eau goutte à goutte dans le flacon tubulé H; mais en même temps il se dégage une quantité considérable de gaz qui

Digitized by Google

s'échappe par le tuyau KK, et qu'on recueille dans un appareil convenable. L'opération finie, on ne retrouve plus dans le tube EF que quelques atomes de cendre; les vingt-huit grains de charbon ont totalement disparu.

Les gaz qui se sont dégagés, examinés avec soin, se trouvent peser ensemble 6,05 grammes (113,7 grains) : ils sont de deux espèces; savoir, 2856384 millimètres cubiques (144 pouc. c.) d'un gaz acide pesant 5,31 grammes (100 grains), et 7537680 millimètres cubiques (380 pouc. c.) d'un gaz inflammable appelé gaz hydrogène, pesant 0,73 grammes (13,7 grains). Si on vérifie ensuite le poids de l'eau passée dans le flacon, on la trouve diminuée de 4,55 grammes (85,7 grains).

Les premiers effets produits dans cette expérience, n'offrent rien de remarquable : ce qu'il y a d'intéressant, c'est que 4,55 grammes (85,7 grains) d'eau et 28 grains de charbon ont totalement disparu, et qu'en outre il s'est formé 5,31 grammes (100 grains) d'un gaz acide, plus 0,73 grammes (13,7 grains) de gaz hydrogène; il est aisé d'expliquer ces différens phénomènes.

Nous verrons bientôt, en parlant du gaz

Digitized by Google

acide qu'on obtient dans cette expérience, que, pour en former 5,31 grammes (100 gr.), il faut unir 3,82 grammes (72 grains) d'oxigène à 1,49 grammes (28 grains) de charbon: d'où il résulte que les 28 grains de charbon placés dans le tube de verre, ont enlevé à l'eau 3,82 grammes (72 grains) d'oxigène, et que par conséquent 4,55 grammes (85,7 gr.) d'eau sont composés de 3,82 grammes (72 gr.) d'oxigène et de 0,73 grammes (13,7 grains) de gaz hydrogène.

Quiconque résisteroit à cette conséquence, seroit obligé d'admettre que le gaz hydrogène obtenu dans cette expérience, a été dégagé du charbon; et comment concevoir ce dégagement, puisque le charbon a été longtemps exposé à une chaleur incandescente dans des vaisseaux fermés, et par conséquent dépouillé du gaz hydrogène qu'il pouvoit contenir?

Deuxième expérience.

On dispose tout comme dans l'expérience précédente, avec cette différence seulement qu'au lieu des 1,5 grammes de charbon, on met dans le tube EF 14,55 grammes (274 grains) de petites lames de fer très-

Digitized by Google

doux, roulées en spirales ; on fait rougir le tube ; on allume du feu sous la cornue A, et on entretient l'eau qu'elle contient toujours bouillante, jusqu'à ce qu'elle soit entièrement évaporée, qu'elle ait passé en totalité dans le tube E F, et qu'elle soit condensée dans le flacon H.

Il ne se dégage point de gaz acide dans cette expérience, mais seulement du gaz hydrogène. Le poids total qu'on en obtient est de 795 milligrammes (15 grains), et son volume est d'environ 8261776 millimètres cubiques (416 pouces cubes). Si on compare la quantité d'eau primitivement employée avec celle restante dans le flacon H, on trouve un déficit de 5,31 grammes (100 grains). D'un autre côté, les 14,55 grammes de fer renfermés dans le tube E F, se trouvent peser 4,4 grammes (85 grains) de plus que lorsqu'on les y a introduits, et leur volume se trouve considérablement augmenté. Ce fer n'est presque plus attirable à l'aimant ; il se dissout sans effervescence dans les acides ; en un mot, il est dans l'état d'oxide noir, précisément comme celui qui a été brûlé dans le gaz oxigène.

Les circonstances principales qui accom-

Digitized by Google

pagnent cette expérience, sont la disparition de 100 grains d'eau, l'oxidation du fer, l'augmentation du poids du fer de 85 grains, et la production de 15 grains de gaz hydrogène. Tous ces phénomènes se réunissent pour démontrer la décomposition de l'eau; car le fer ne peut s'oxider que par l'absorption de l'oxigène; et puisque dans cette expérience le fer pèse 85 grains de plus qu'il ne pesoit avant l'oxidation, il faut conclure qu'il a absorbé 85 grains d'oxigène; de plus on obtient 15 grains de gaz hydrogène; il faut donc que les 100 grains d'eau qui ont disparu dans cette expérience, aient été décomposés en 85 grains de gaz oxigène, et 15 grains de gaz hydrogène.

1°. L'expérience que nous venons de décrire est aujourd'hui une expérience familière. Un grand nombre de physiciens l'ont répétée avec succès. On substitue, il est vrai, un canon de fusil enduit d'un lut propre à le garantir du contact de l'air, au tube de verre contenant de petites lames de fer roulées en spirales; mais le résultat de l'expérience se trouve parfaitement le même; l'augmentation en poids du canon de fusil, et le poids du gaz hydrogène obtenu, for-

Digitized by Google

ment précisément le poids de l'eau employée.

2°. La désunion des principes de l'eau n'a lieu dans les deux dernières expériences, que parce que le tube de verre contient du charbon ou du fer, qui exercent sur l'oxigène une attraction supérieure. L'attraction du fer pour l'oxigène est telle, qu'il opère cette décomposition de l'eau même lorsqu'il n'est pas incandescent. Nous avons pour garant de cette vérité, la conversion du fer en oxide noir dans des flacons remplis d'eau distillée, et la production du gaz hydrogène qui manifeste sa présence, lorsqu'on approche une bougie de l'orifice de ces vaisseaux. La décomposition de l'eau par le fer non incandescent est encore plus rapide, lorsque la présence du soufre augmente la somme des puissances qui concourent au même effet par sa tendance à s'unir à l'oxide de fer; et l'hydrogène se montre tenant du soufre divisé dans un état de suspension.

3°. Le fer et le charbon n'ont pas le privilége exclusif d'opérer la décomposition de l'eau; le soufre seul la décompose au degré de température qui le met en fusion. Guyton s'en est assuré en adaptant à une

Digitized by Google

cornue tubulée un entonnoir à robinet, au moyen duquel il faisoit tomber l'eau goutte à goutte sur le soufre fondu; il y eut manifestement acidification du soufre, et cet effet ne pouvoit être attribué qu'à la décomposition de l'eau, puisque les vaisseaux avoient été remplis de gaz acide carbonique.

4°. L'étincelle électrique a aussi la propriété de décomposer l'eau en ses principes constituans, l'oxigène et l'hydrogène. Les expériences qui attestent cette vérité, et que nous devons à Van-Trooswisk et à Deiman, sont consignées dans le Journal de Physique, cahier de novembre 1789.

905. Qu'opposer à cette série de faits et de raisonnemens qui concourent à établir la décomposition de l'eau? Dira-t-on, pour les détruire, que lorsque l'eau en vapeur traverse le tube de verre contenant du fer, et rougi au feu, elle ne se décompose pas, qu'elle se combine en nature avec le fer incandescent; que cette combinaison est la cause de l'oxidation et de l'augmentation du poids du fer qui cède le gaz hydrogène qui se dégage, et qu'on recueille à l'extrémité du tube dans des cloches destinées à le recevoir?

Digitized by Google

Pour faire sentir toute la frivolité de cette explication, nous observerons, 1°. que le fer incandescent ne peut pas fournir le gaz hydrogène dont cette expérience nous offre le dégagement. Cette assertion est appuyée des expériences de Lavoisier; il en résulte que la quantité du gaz hydrogène qu'on retire du fer diminue à mesure qu'on lui enlève son humidité; et, si cela est vrai, n'est-il pas évident que le fer, dépouillé par l'incandescence de toute son humidité, ne peut presque pas fournir de ce fluide aériforme?

2°. Comment allier avec les faits l'explication qu'on donne des effets produits dans cette expérience, puisque, 1°. l'augmentation du poids du fer ajoutée au poids du gaz hydrogène obtenu, répond exactement à la quantité d'eau qui a disparu? 2°. en combinant ce gaz hydrogène avec le gaz oxigène, on trouve qu'il absorbe, en brûlant, un poids de ce dernier, égal à celui qu'a acquis le fer, et qu'il forme une quantité d'eau égale à celle qui a été employée pour l'oxidation du fer?

3°. L'augmentation du poids du fer ne peut venir, dans cette expérience, que

Digitized by Google

d'un des principes de l'eau. On ne sauroit l'attribuer à l'air, qui n'est point accessible au fer renfermé dans le tube; elle ne peut venir de l'eau, pour les raisons que nous avons déjà développées. D'ailleurs, dire que c'est l'eau elle-même qui se fixe dans le métal, c'est admettre deux espèces de calcination sans fondement; car il n'y a aucune différence entre le fer oxidé dans cette expérience, et le fer brûlé dans le gaz oxigène.

Il est donc incontestable que le gaz hydrogène qui se dégage lorsqu'on expose le fer incandescent à la vapeur de l'eau, vient de l'eau décomposée.

Je dis plus, le gaz hydrogène qui se dégage pendant les dissolutions métalliques dans les acides, vient de l'eau et non du métal. Car, ou l'acide est en partie décomposé, et alors il n'y a pas de gaz hydrogène; c'est ce qui arrive lorsqu'on fait dissoudre un métal dans l'acide nitrique, dans l'acide sulfurique concentré; ou il n'y a aucune partie de l'acide décomposée, et pour lors il se dégage une quantité considérable d'hydrogène; c'est ce qui a lieu dans l'acide sulfurique étendu d'eau, dans l'acide muriati-

Digitized by Google

que, &c. Mais dans les deux cas, le métal prend le même état d'oxide, acquiert les mêmes propriétés, la même augmentation de poids; d'où il résulte évidemment qu'il a trouvé dans l'un comme dans l'autre, le même principe pour former le même composé. Or, comme dans le premier il a reçu une portion du gaz oxigène de l'acide, il faut bien, dans le second, que ce principe lui ait été fourni par une autre matière quelconque; et puisqu'il n'y a que l'eau en contact avec lui, il faut conclure que c'est elle qui cède cette portion : il n'est donc pas étonnant qu'il se dégage du gaz hydrogène, et qu'il n'y en ait que dans ce cas.

906. Opposera-t-on encore aux expériences que nous avons décrites en faveur de la décomposition de l'eau, que, d'après les tables des affinités que Lavoisier a construites, le charbon a plus d'attraction que le fer pour l'oxigène, et que, par conséquent, le charbon devroit décomposer l'eau à froid, s'il est vrai que le fer la décompose ?

Nous répondrons avec le célèbre chimiste dont on invoque le témoignage, que les anomalies des attractions dépendent absolument du degré de température. On ne sau-

Digitized by Google

roit douter que le charbon incandescent n'enlève l'oxigène à toutes les substances métalliques : c'est un fait qui ne peut souffrir aucune exception, et sur lequel est fondée toute la théorie de la réduction métallique ; mais cette action du charbon sur l'oxigène, cette propriété qu'il a de l'enlever aux substances métalliques, n'est pas aussi forte à froid qu'à une chaleur rouge, puisqu'on ne connoît aucune réduction métallique qui s'opère à froid par le charbon.

Il en est de même à l'égard de l'eau ; le charbon qui la décompose facilement et instantanément à une chaleur rouge, n'a qu'une action lente et presque insensible sur elle à la température ordinaire de l'atmosphère. Je dis une action presque insensible, parce que cette action n'est pas absolument nulle. Gingembre a observé que si on met du charbon dans de l'eau, et si l'on entretient cette dernière à une température de 30 degrés, échelle de Réaumur, l'eau se décompose peu à peu, et il se forme du gaz hydrogène. Au reste les difficultés qui peuvent se rencontrer dans l'explication de quelques faits particuliers, ne sauroient ébranler des vérités établies sur des expériences décisives. Il est

Digitized by Google

de principe qu'une opinion ne peut être réfutée que par des preuves du même genre que celles dont on s'est servi pour la fonder. Les preuves que nous avons données de la composition de l'eau étant de l'ordre démonstratif, ce n'est pas par des argumens, qui équivalent à peine à de légères probabilités, qu'on doit tenter de les détruire.

907. Il ne suffit pas d'avoir décomposé l'eau en ses principes constituans, l'oxigène et l'hydrogène. Il faut, pour une pleine conviction, reformer la même quantité d'eau avec les élémens qui ont résulté de sa décomposition : la chimie moderne nous met à même de remplir ces conditions.

Récomposition de l'eau.

Troisième expérience.

Sous une très-grande cloche de verre, pleine d'air atmosphérique et renversée sur le mercure, on introduit une lampe contenant une quantité d'alkool ou esprit-de-vin dont on a pris le poids exact; on attache à la mêche un atome de phosphore, et on l'allume avec un fer recourbé, rougi au feu, qu'on passe par-dessous la cloche.

Digitized by Google

On voit bientôt le mercure s'élever dans la cloche, et annoncer, par son élévation, malgré la chaleur, une diminution rapide et considérable de l'air. Après la combustion il se dépose sur les parois et à la surface du mercure, une grande quantité de gouttes d'eau. Cette eau recueillie avec soin, surpasse toujours, et le plus souvent de près d'un huitième, la quantité d'alkool consumée pendant l'opération.

Il est incontestable qu'une matière quelconque ne peut rien fournir dans une expérience au-delà de la totalité de son poids. Ce n'est donc que par l'addition d'une autre substance, qu'une quantité connue d'alkool peut produire, par sa combustion, une quantité d'eau dont le poids est plus grand que celui de l'alkool consumé. Cette autre substance est la base du gaz oxigène, puisque l'alkool ne peut brûler que dans le gaz oxigène ou dans l'air atmosphérique, en vertu du gaz oxigène qu'il contient; d'où il résulte que l'alkool renferme un des principes de l'eau, l'hydrogène; et c'est l'air de l'atmosphère qui fournit l'autre, l'oxigène. C'est par une semblable expérience que Lavoisier a trouvé que 489,50 grammes

Digitized by Google

(16 onces) d'alkool donnoient, par la combustion 550,7 grammes (18 onces) d'eau.

Quatrième expérience.

On prend un ballon A de cristal (fig. 118) dont l'ouverture soit assez large, et qui ait une capacité de 27,94 litres (30 pintes) environ; on y mastique une platine de cuivre BC, percée de quatre trous auxquels aboutissent quatre tuyaux; le premier H*h* est destiné à s'adapter, par son extrémité *h*, à une pompe pneumatique qui sert à faire le vide dans le ballon. Un second tuyau *g g* communique par son extrémité M M, avec un réservoir de gaz oxigène, et est destiné à l'amener dans le ballon. Un troisième *d*D*d'* communique, par son extrémité *d*N N avec un réservoir de gaz hydrogène; l'extrémité *d'* de ce tuyau se termine par une très-petite ouverture, à travers laquelle une très-fine aiguille peut à peine passer. C'est par cette petite ouverture que doit sortir le gaz hydrogène contenu dans le réservoir; et pour qu'il ait une vîtesse suffisante, on doit lui faire éprouver une pression de 27 ou 54 millimètres (1 ou 2 pouces) d'eau; enfin la platine BC est percée d'un qua-

Digitized by Google

trième trou, qui est garni d'un tube de verre mastiqué, à travers lequel passe un fil de métal *g* L, à l'extrémité L duquel est adaptée une petite boule, afin de pouvoir tirer une étincelle électrique de L en *d'*, pour allumer le gaz hydrogène. Le fil de métal *g* L est mobile dans le tube de verre, afin de pouvoir éloigner la boule L de l'extrémité *d'* de l'ajutoir D *d'*. Les trois tuyaux *d* D *d'*, *gg*, H *h* sont chacun garnis de leur robinet.

Pour que le gaz hydrogène et le gaz oxigène arrivent bien secs par les tuyaux respectifs qui doivent les amener au ballon A, et qu'ils soient dépouillés d'eau autant qu'ils le peuvent être, on les fait passer à travers des tubes M M, N N, de 27 millimètres (un pouce) environ de diamètre, qu'on remplit d'un sel très-déliquescent (1), tel que le nitrate ou le muriate de chaux. Ces sels doivent être en poudre grossière, afin qu'ils ne puissent pas faire masse, et que le gaz passe facilement à travers les interstices que laissent les morceaux.

Il est nécessaire de faire d'avance une pro-

(1) Un sel déliquescent est celui qui a la propriété d'attirer l'humidité de l'atmosphère.

Digitized by Google

vision suffisante de gaz oxigène bien pur; et pour s'assurer qu'il ne contient pas d'acide carbonique, on doit le laisser long-temps en contact avec de la potasse dissoute dans de l'eau, et qu'on a dépouillée de son acide carbonique par de la chaux.

On se procure avec le même soin le double de gaz hydrogène, exempt de tout mélange, par les procédés que nous indiquerons bientôt.

Ces deux gaz étant ainsi préparés, on adapte la pompe pneumatique au tuyau H*h*, et on fait le vide dans le ballon A. On y introduit ensuite l'un ou l'autre des deux gaz, mais de préférence le gaz oxigène, par le tuyau *g g*; puis on oblige, par un certain degré de pression, le gaz hydrogène à entrer dans le même ballon par le tuyau *d* D *d'*, dont l'extrémité *d'* se termine en pointe; enfin on allume ce gaz à l'aide de l'étincelle électrique; en fournissant ainsi de chacun des deux airs, on parvient à continuer très-long-temps la combustion.

A mesure que la combustion s'opère, il se dépose de l'eau sur les parois intérieures du ballon; la quantité de cette eau augmente peu à peu; elle se réunit en grosses

Digitized by Google

gouttes qui se rassemblent dans le fond du vase.

En pesant le matras avant et après l'opération, il est facile de connoître la quantité qui s'est ainsi rassemblée.

Cette expérience est dûe à Lavoisier : elle lui a servi de moyen pour reconnoître qu'il falloit 85 parties en poids d'oxigène, et 15 parties également en poids d'hydrogène, pour composer 100 parties d'eau.

908. L'expérience la plus authentique qui ait été faite sur la composition de l'eau, est celle qui a été commencée le mardi 23 mai, et terminée le samedi 7 juin 1788, au collége de France, par Lefèvre de Gineau.

Le poids du gaz oxigène consommé, réduit à la pression de 756 millimètres (28 pouces) de mercure, à la température de 10 degrés, thermomètre de Réaumur, étoit de 971,85 grammes (254 gros 10,5 grains), et son volume de 6959,46 décimètres cubiques (35085 pouces cubes).

Le poids du gaz inflammable étoit de 252,61 grammes (66 gros 4,3 grains), et son volume de 13870,4335 décimètres cubiques (74967,4 pouces cubes).

Digitized by Google

Le gaz acide et le gaz azote qui se trouvoient mêlés avec ces gaz, et qu'on a tirés du récipient en neuf reprises, pesoient 2,08 grammes (39,23 grains).

Le gaz oxigène contenoit un trente-huitième de son poids acide carbonique; ainsi le poids du gaz brûlé étoit de 1074,18 grammes (280 gros 63,8 grains); ce qui fait 1074,18 grammes (2 livres 3 onces 0 gros 63,8 grains).

Les vaisseaux furent ouverts en présence des commissaires de l'académie des sciences, et on trouva 1072,54 grammes (2 livres 3 onces 0 gros 33 grains) d'eau. Ce poids répond à celui des gaz employés, à 64 grammes (31 grains) près. Ce déficit peut provenir du calorique tenant les gaz en dissolution, qui se dissipe lorsqu'ils se fixent, et doit nécessairement occasionner une perte.

L'eau étoit acidule au goût, et a donné 1,46 grammes (27,5 grains) acide nitrique, qui est produit par la combinaison des gaz azote et oxigène.

Le gaz hydrogène ne brûle dans le gaz oxigène que parce qu'il a plus d'attraction pour la base du gaz oxigène, que cette base n'en a avec le calorique. Le gaz hydrogène

Digitized by Google

s'empare donc de cette base ; et tandis que le calorique s'échappe dans l'état de liberté, les bases de ces deux gaz se combinent pour produire une troisième substance, vrai résultat de leur combinaison. La nature de cette substance n'est pas équivoque, puisqu'après la combustion du gaz hydrogène dans le gaz oxigène, on ne trouve que de l'eau, et que le poids de l'eau produite est précisément égal à la somme des poids du gaz oxigène et du gaz hydrogène employés.

909. Et qu'on ne dise pas que l'eau qu'on obtient dans cette expérience étoit dans les deux gaz qui ont servi à la combustion, et qui ont été forcés de l'abandonner par la perte du calorique qui leur donnoit la fluidité aériforme. En effet, dans cette expérience, 4,52 grammes (85 grains) de gaz oxigène et 0,79 grammes (15 grains) de gaz hydrogène donnent 5,31 grammes (100 grains) d'eau : or, 5,31 grammes (100 grains) d'air ne peuvent pas contenir 5,31 gr. (100 gr.) d'eau; autrement, il faudroit dire que le gaz hydrogène est de l'eau, que le gaz oxigène est de l'eau, et que ces deux fluides aériformes sont une même chose. Et comment allier l'identité de ces substances gazeuses

Digitized by Google

avec la diversité, quelquefois même l'opposition, des propriétés qui les distinguent ?

910. On objectera peut-être que la combinaison de l'oxigène et de l'hydrogène ne produit pas toujours de l'eau; qu'on obtient dans quelques circonstances, de l'acide carbonique; dans d'autres, du gaz azote; enfin, qu'il en résulte quelquefois du gaz nitreux et de l'acide nitreux. La réponse à cette objection est fort simple. Toutes les fois qu'on emploie du gaz hydrogène pur, c'est-à-dire exempt de tout mélange de gaz azote et de charbon, et qu'on le combine à quelque degré de chaleur que ce soit, avec du gaz oxigène également pur, on forme constamment de l'eau, et le poids de cette eau est rigoureusement égal au poids des deux gaz. On obtient, il est vrai, dans quelques circonstances, du gaz acide carbonique; dans d'autres, du gaz nitreux, de l'acide nitreux. Par-tout où l'on obtient du gaz acide carbonique, la quantité de cet acide aériforme est peu considérable, et toujours relative à celle du carbone dissous dans le gaz hydrogène, et provenant du fer ou du zinc qui ont servi à extraire l'hydrogène de l'eau. Lorsqu'on obtient du gaz nitreux et de l'acide nitreux, le

Digitized by Google

gaz oxigène employé n'est pas pur; il contient alors du gaz azote qui donne du gaz nitreux par sa combinaison avec le gaz oxigène: cela arrive toutes les fois que le gaz oxigène employé est extrait du précipité rouge; celui-ci est une calcination du mercure par l'acide nitrique : il n'est donc pas surprenant que le gaz oxigène qu'on en retire contienne les élémens de l'acide nitrique; et que de la combinaison de ce gaz avec le gaz hydrogène, il en résulte du gaz nitreux et de l'acide nitreux.

911. Parmi les autres objections qui ont été publiées sur la composition de l'eau, il en est une qui a fixé notre attention, et à laquelle aucun physicien connu n'a encore tenté de répondre.

« Si la base de l'air vital est vraiment l'oxigène, le générateur des acides, dès-lors il faut convenir qu'elle ne peut composer les quatre-vingt-cinq centièmes de l'eau, puisqu'elle n'est point acide. Si au contraire la base de l'air vital se trouve dans l'eau en aussi grande quantité, il faut convenir que cette base ne peut pas être de l'oxigène ».

Quelques physiciens proposent cette objection avec une confiance qui paroît inspi-

Digitized by Google

rée par la certitude de son insolubilité; il est donc important de la résoudre, et de garantir à la base du gaz oxigène la double propriété d'être un des élémens de l'eau et le générateur des acides. De ce que la base de l'air vital est réellement l'oxigène, on peut et on doit conclure qu'on ne peut rendre une substance acide sans lui faire absorber de l'oxigène; mais il ne s'ensuit pas que toute substance qui possède de l'oxigène soit acide. Le trop et le trop peu d'oxigène paroissent s'opposer également à l'acidité des substances. Un métal qui n'absorbe qu'une petite quantité d'oxigène, s'oxide; mais il n'acquiert pas l'acidité. Pareillement une substance qui absorbe une trop grande dose d'oxigène, ne devient point acide : je dis plus, si elle jouissoit de l'acidité avant cette absorption, l'excès d'oxigène la lui fait perdre, ou du moins en diminue l'énergie. L'acide muriatique nous offre la preuve de cette assertion. Si on met cet acide en contact avec des corps qui puissent lui donner de l'oxigène, il s'en empare avec avidité, et cette absorption lui enlève l'acidité ou du moins la diminue en le faisant passer à l'état de gaz acide muriatique oxigéné. Il est vraisemblable que l'eau se trouve dans le cas de ce

Digitized by Google

fluide aériforme. Le gaz hydrogène se trouve combiné dans l'eau avec une trop grande quantité d'oxigène, pour que le résultat de cette combinaison jouisse de l'acidité. Il est probable que le gaz hydrogène combiné avec une dose d'oxigène moindre que celle qu'il faut pour constituer l'eau, donneroit un acide. Nous pouvons donc soutenir sans contradiction, 1°. que la base de l'air vital est véritablement l'oxigène, puisque nous ne pouvons rendre aucune substance acide que par l'absorption de cette base; 2°. que l'eau peut être composée de quatre-vingt-cinq centièmes d'oxigène et de quinze centièmes d'hydrogène, quoiqu'elle ne soit point acide; puisque, comme nous l'avons prouvé, le trop et le trop peu d'oxigène nuisent également à l'acidité des substances.

912. Il est donc incontestable, soit qu'on opère par voie de décomposition ou par voie de recomposition, que l'eau n'est pas une substance élémentaire; qu'elle est composée de deux principes, l'oxigène et la base du gaz hydrogène, dans le rapport de 85 à 15. Outre les preuves directes qui nous ont servi à démontrer cette importante vérité, il en est d'autres qui, quoiqu'indirectes,

Digitized by Google

n'en sont pas moins persuasives; elles sont puisées dans un grand nombre de phénomènes que la nature nous présente. L'oxidation des métaux dans l'intérieur du globe à l'abri des influences de l'air atmosphérique; l'efflorescence des pyrites; la formation des ocres; le dégagement subit du gaz hydrogène lorsqu'on plonge un fer incandescent dans l'eau, comme l'ont observé Hassenfrats, Stoulss et d'Hellancourt; l'activité du feu qui augmente considérablement par le souffle de l'éolipyle, ou même lorsque l'on jette quelques gouttes d'eau sur des charbons embrasés; tous ces phénomènes étoient, il n'y a pas long-temps, des énigmes inexplicables, dont la théorie de la composition de l'eau nous a enfin donné la solution. Nous verrons bientôt que des phénomènes encore plus remarquables, tels que les phénomènes de la respiration, de la chaleur animale, de la végétation, &c. viennent se plier comme d'eux-mêmes à cette belle théorie.

Les propriétés du gaz oxigène, dont la base est un des principes de l'eau, ont déja fixé notre attention; il nous reste à étudier celles du gaz hydrogène dont la base entre aussi comme élément dans la composition de l'eau.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

ARTICLE PREMIER.

Du gaz hydrogène, ou gaz inflammable pur.

913. Le gaz hydrogène pur, connu partout sous le nom d'air inflammable, n'est pas une découverte nouvelle. Hales avoit retiré des végétaux un fluide aériforme qui s'enflammoit à l'approche d'une bougie allumée ; Sthal et Kunchel avoient fait la même observation, en faisant dissoudre du fer dans les acides. Ils avoient apperçu qu'il résultoit de cette dissolution une vapeur aériforme qui s'enflammoit avec explosion, lorsqu'on lui présentoit une bougie allumée; mais ces physiciens ne poussèrent pas plus loin leurs recherches, et cette découverte fut étouffée, pour ainsi dire, au moment de sa naissance.

Quelques expériences de Black sur les fluides aériformes, réveillèrent l'attention des physiciens. Cavendish et Priestley s'empressèrent de recueillir le gaz qui se dégage des dissolutions métalliques par

Digitized by Google

les acides. Ils étudièrent les phénomènes qu'il présente, et prouvèrent que ce fluide aériforme est une espèce de gaz distingué par des propriétés particulières.

914. On extrait le gaz hydrogène par la simple distillation des végétaux. La putréfaction animale et la fermentation végétale, produisent aussi une grande quantité de ce fluide aériforme. Le plus pur est celui qu'on obtient en faisant dissoudre du fer ou du zinc dans de l'acide sulfurique affoibli au point que sa pesanteur spécifique ne soit plus à celle de l'eau que dans le rapport de 11 à 10 ou à-peu-près : nous ne parlerons pas des moyens qu'il faut employer pour l'extraire, le recevoir et le transvaser dans des cloches pleines d'eau ou de mercure. Ils sont absolument les mêmes que ceux indiqués dans un des chapitres précédens.

915. Le gaz hydrogène partage les propriétés physiques qui caractérisent les fluides aériformes, telles que l'indivisibilité, l'élasticité, &c. ; celle qui le distingue particulièrement, c'est sa pesanteur spécifique ; il est beaucoup plus léger que l'air atmosphérique ; la pesanteur du premier est à celle du second, comme 8,04 est à 100,00 : et à

Digitized by Google

celle de l'eau distillée, comme 0,9911 est à 10000,0000 : le pouce cube du gaz hydrogène pèse 1,96 milligr. (0,0370 de grains), et le pied cube 3395 milligr. (63,9360 grains).

916. C'est sur cette légéreté du gaz hydrogène qu'est fondée la théorie des aérostats.

On remplit un ballon de gaz hydrogène ; le poids de l'enveloppe et du gaz qu'elle renferme est moins considérable que celui d'un égal volume d'air atmosphérique, et c'est en vertu de cette différence de pesanteur spécifique que le ballon s'élève dans l'atmosphère jusqu'à ce que son poids soit en équilibre avec un égal volume d'air ambiant.

Il y a une grande différence entre les montgolfières et les aérostats. Dans les montgolfières, on dilate par la chaleur un volume donné d'air atmosphérique renfermé dans des enveloppes de toile. L'air raréfié par la chaleur est plus léger qu'un égal volume d'air atmosphérique qui n'a souffert aucune dilatation : il doit donc faire effort pour s'élever dans l'atmosphère, et entraîner avec lui l'enveloppe qui le renferme.

917. La grande légéreté du gaz hydrogène a fait soupçonner à Lavoisier que celui

Digitized by Google

qui s'échappe de la surface du globe, s'envole dans les hautes régions de l'atmosphère, pour y occuper une place marquée par sa pesanteur spécifique. J'ai converti cette conjecture en preuves appuyées par des faits et des expériences. *Voyez* mes Mémoires Physico-Chimiques, imprimés dans les Journaux de physique, à dater de l'année 1790.

918. Il résulte des expériences qu'ils renferment, que l'air commun ne décompose pas le gaz hydrogène au moment de sa naissance; et puisqu'on ne peut jamais reconnoître sa présence dans les couches inférieures de l'atmosphère, il faut conclure que celui qui se dégage des corps qui existent sur la surface du globe, est subitement emporté par sa grande légéreté dans les régions supérieures.

919. L'existence du gaz hydrogène dans les hautes couches de l'atmosphère, y donne naissance à plusieurs phénomènes remarquables. Il est probable qu'il contribue à produire le tonnerre et la pluie d'orage. Nous développerons les preuves qui nous paroissent justifier cette assertion, lorsque nous ferons aux météores l'application de ces principes.

Digitized by Google

920. Le gaz hydrogène n'est pas propre à alimenter la combustion.

Première expérience.

Après avoir fait passer du gaz hydrogène dans une cloche remplie de mercure, on y introduit une petite capsule dans laquelle on a mis de l'amadou et environ 14 milligr. (un quart de grain) de phosphore; on porte sur le phosphore (en le passant à travers le mercure), un fer recourbé que l'on a fait rougir au feu. Le phosphore touché du fer chaud, se fond à l'instant, mais il n'y a aucune inflammation.

L'effet produit dans cette expérience, atteste hautement que le gaz hydrogène ne peut alimenter la combustion : s'il jouissoit de cette propriété, il n'est pas douteux qu'on ne vînt à bout d'enflammer du phosphore, du soufre, du charbon ou tout autre combustible disposé pour cela sous la cloche qui contient ce fluide aériforme, soit en dirigeant sur ces substances combustibles le foyer de la lentille, soit en y faisant passer une quantité considérable de fluide électrique, et cependant ces essais répétés de différentes manières, n'ont jamais eu aucun

Digitized by Google

succès. Priestley est le seul qui ait réussi à brûler de la poudre à canon dans le gaz hydrogène, par le moyen d'un verre ardent; elle y a détonné tout-à-fait librement; mais elle n'a fait souffrir au gaz hydrogène aucune altération. Ce qui confirme que ce fluide aériforme n'est pas propre à la combustion.

Deuxième expérience.

On remplit une bouteille de gaz hydrogène; on la bouche en mettant le doigt sur l'orifice; et l'ayant ainsi retirée de la cuve pneumatique, on lève le doigt, et on lui présente sur-le-champ une bougie allumée.

Le gaz s'allume; on voit la flamme descendre successivement dans la bouteille; et si avant qu'elle ait cessé, on plonge le col de la bouteille dans l'eau ou dans le mercure, ces fluides y rentrent presqu'instantanément et en remplissent une partie. Le gaz résidu n'est plus que cette partie de l'air commun qui ne sert pas à la combustion, mêlée d'un peu de gaz hydrogène qui n'a pas été consumé.

La flamme n'est pas nécessaire pour allumer ce gaz. Volta l'a enflammé avec le fer rouge, avec l'étincelle du briquet. Guyton

Digitized by Google

a laissé tomber dans un petit ballon qui en étoit rempli, un charbon encore ardent, mais très-avancé et presque cendreux; l'inflammation a été subite au point de faire éclater le ballon, et de rejeter le charbon à plus de deux pieds de hauteur.

921. Cette expérience nous fait voir clairement que le gaz hydrogène, qu'on ne peut allumer, tandis qu'il est seul, jouit de cette propriété lorsqu'il a le contact de l'air atmosphérique; or, comment ce dernier peut-il donner au gaz hydrogène la propriété de s'enflammer? L'air atmosphérique est composé de gaz oxigène et de gaz azote dans le rapport de 1 à 3. Le gaz azote n'a aucune influence sur cette combustion, puisqu'on le retrouve, après ce phénomène, tel qu'il étoit auparavant. L'inflammation du gaz hydrogène ne peut donc être attribuée qu'à la partie oxigénée de l'air atmosphérique; et il en résulte que le gaz hydrogène brûle par le contact de l'air commun, de la même manière que le phosphore, le soufre, le charbon et toutes les substances combustibles; je veux dire en enlevant au gaz oxigène la substance qui lui sert de base, et en facilitant par cette absorption l'évasion du

Digitized by Google

calorique qui donnoit à cette base la fluidité aériforme.

922. Il existe plusieurs autres moyens d'effectuer l'expérience que nous venons de décrire.

1°. On remplit de gaz hydrogène une grande cloche de verre portant à sa tubulure un robinet surmonté d'un ajutage droit ou recourbé : on comprime le gaz en abaissant la cloche au-dessous du niveau de l'eau dans la cuve; on ouvre alors le robinet, et on présente une bougie allumée à l'extrémité de l'ajutage; le gaz s'allume à l'instant, et forme ce qu'on appelle *chandelle philosophique*, qui dure tant qu'il reste du gaz et qu'on le force à sortir en descendant le récipient sous l'eau.

2°. Une vessie ficelée sur un robinet, ou plus simplement sur un petit tube de verre, et dont on fait sortir le gaz en la pressant, présente le même phénomène. Pour remplir la vessie, on l'adapte à un récipient tubulé. Il est bon de remarquer que les vessies sont sujettes à recevoir et à transmettre insensiblement les fluides aériformes par leurs pores, comme l'a démontré Priestley, de sorte qu'il pourroit y avoir du danger, si l'on tardoit à exprimer une vessie ainsi chargée.

Digitized by Google

Troisième expérience.

Remplissez une bouteille d'air atmosphérique et de gaz hydrogène, de manière qu'il y ait environ les deux tiers d'air atmosphérique; retournez la bouteille en tenant le doigt sur son orifice, et présentez-lui une bougie allumée. On ne voit plus descendre la flamme par degrés dans la bouteille. L'inflammation est subite et accompagnée d'une véritable explosion, avec le bruit semblable à celui d'un coup de pistolet.

Quatrième expérience.

Remplissez la même bouteille de gaz oxigène et de gaz hydrogène, de manière qu'il y ait les deux tiers de gaz hydrogène; allumez ensuite le mélange comme dans l'expérience précédente. L'inflammation est totale et instantanée, et la détonation très-violente. Elle peut l'être au point de casser la bouteille, quoiqu'elle soit ouverte. Aussi, pour éviter le danger de la rupture, doit-on prendre la précaution d'envelopper la bouteille d'un torchon qui en retiendroit les morceaux.

923. Ces phénomènes annoncent une ac-

Digitized by Google

tion bien marquée du gaz hydrogène sur le gaz oxigène. Si le gaz hydrogène détonne par son mélange avec l'air atmosphérique, à l'approche d'un corps enflammé, ce n'est jamais qu'à raison de la portion de gaz oxigène qu'il contient. Aussi les détonations produites par le mélange du gaz hydrogène et de l'air atmosphérique, sont-elles beaucoup moins fortes que celles qu'on fait en mêlant du gaz oxigène pur avec le gaz hydrogène. Nous avons démontré que l'eau est le résultat de la combustion de ce mélange, et que, par conséquent, elle est composée des bases de ces deux gaz.

C'est cette propriété qu'a le gaz hydrogène de former l'eau par sa combinaison avec l'oxigène, qui lui a mérité le nom de gaz hydrogène, c'est-à-dire, générateur de l'eau.

Cinquième expérience.

Dans un vase de métal *a g* (fig. 119), garni d'une tige recourbée aussi de métal *b c d*, qui enfile un tuyau de verre *a* mastiqué dans le couvercle du vase, afin de l'isoler, faites passer deux parties de gaz hydrogène et une partie de gaz oxigène;

Digitized by Google

bouchez bien le goulot *g* avec un bon bouchon de liége, et présentez à un conducteur électrisé la petite boule de métal *b*. Le mélange renfermé dans le vase s'enflamme; il se fait une vive explosion, et le bouchon est chassé avec assez de force pour blesser quelqu'un sur lequel il porteroit.

Nous verrons dans la suite, 1°. qu'en présentant à un corps électrisé la petite boule de métal *b*, il doit s'exciter une étincelle; 2°. qu'il doit s'en exciter une autre entre la boule *d* et le bord du vase. C'est cette seconde étincelle qui enflamme le mélange, et c'est la combinaison des gaz qui le composent qui produit une forte détonation. On peut, avec l'instrument employé dans cette expérience, produire des effets très-surprenans. Volta, à qui nous en devons l'invention, adaptoit au goulot *g* de notre vase, un petit canon chargé d'une balle; et le mélange, en détonant, la chassoit avec assez de force pour percer, à la distance de 25 pas, une planche de chêne de 27 millimètres (1 pouce) d'épaisseur. Cet instrument porte le nom de pistolet de Volta.

924. 1°. Les propriétés du gaz hydrogène établies par les expériences précédentes, ont

Digitized by Google

fait imaginer à Volta un instrument appelé eudiomètre, qui sert à mesurer la pureté de l'air. Ce physicien ayant observé qu'après la détonation il y avoit toujours une grande diminution dans le volume des gaz, chercha à la mesurer exactement. Pour y parvenir, il fit placer à l'extrémité inférieure de son pistolet, une garniture en cuivre, avec un robinet. Les gaz sont introduits dans le tube, on ferme le robinet. La détonation faite, on le rouvre sous l'eau qui, en montant dans le tube, indique l'absorption qui a eu lieu. Pour mesurer plus exactement cette diminution du volume des gaz, on se sert de tubes de verre bien calibrés, qu'on divise en degrés. C'est ainsi que Volta a trouvé qu'une partie de gaz oxigène pouvoit faire détoner deux parties de gaz oxigène, tandis qu'il falloit quatre parties d'air atmosphérique pour produire le même effet.

925. Cet eudiomètre présente plusieurs inconvéniens; r°. il ne peut être employé pour les gaz dans lesquels le gaz oxigène ne se trouve qu'en petite portion; car alors l'inflammation n'a pas lieu. Les eudiomètres qui produisent leur effet par la combustion

Digitized by Google

du phosphore, ont le même défaut. 2°. Si l'on n'ajoute le gaz hydrogène que par parties, ou même si les proportions des deux gaz sont à-peu-près équivalentes, il y a une portion de gaz oxigène qui échappe à la combustion, et cette portion varie suivant la quantité du résidu non inflammable. On peut éviter, en grande partie, cette cause d'erreur, en faisant passer l'air qu'on veut éprouver, dans une plus grande quantité de gaz hydrogène qu'il n'en faut pour sa combustion. On évite, par le même moyen, la formation d'un peu d'acide nitreux qui altère l'exactitude du résultat.

926. 2°. On a cherché à substituer le gaz hydrogène à des matières combustibles, dans des réchauds et dans des lampes. Neret a consigné dans le Journal de Physique (janvier 1777), la description d'un réchaud à gaz hydrogène. D'autres physiciens ont imaginé des lampes à gaz hydrogène, qu'on peut allumer la nuit par le moyen de l'étincelle électrique. En faisant cette épreuve, il faut prendre garde qu'il ne s'introduise dans la lampe de l'air atmosphérique, qui occasionneroit une forte détonation et la rupture du vaisseau.

Digitized by Google

927. 3°. On a trouvé le moyen ingénieux d'en faire des feux d'artifice très-agréables, en en remplissant des vessies V garnies de robinets de cuivre R (fig. 120), et en en introduisant, à l'aide de ces vessies, dans des tubes cylindriques différemment contournés et percés d'un grand nombre de petites ouvertures. On presse ces vessies, le gaz hydrogène passe dans les tubes, sort par toutes les ouvertures qui y sont pratiquées, s'enflamme à l'approche d'une bougie allumée, et produit ainsi des feux très-agréables, qu'on fait jaillir à une hauteur proportionnelle au degré de compression qu'on donne aux gaz contenus dans les vessies. Diller, démonstrateur de physique à la Haye, s'est sur-tout distingué en ce genre, par la variété des couleurs et des formes qu'il a données à ses feux d'artifice. Il a employé pour cet objet du gaz hydrogène, extrait de différentes substances. Le gaz hydrogène tiré du charbon de terre, produit la flamme blanche. La couleur bleue est produite par le mélange de partie égale d'air atmosphérique avec ce gaz. Le gaz hydrogène pur fournit le rouge; et si l'on y mêle, en soufflant, du gaz expiré, il y ajoute une teinte de bleu.

Digitized by Google

928. Le gaz hydrogène est impropre à la respiration.

Sixième expérience.

Prenez une cloche de verre; remplissez-la de gaz hydrogène; plongez ensuite un oiseau ou un animal quelconque dans la cloche, que vous couvrez promptement pour empêcher l'évasion du fluide aériforme. On voit l'oiseau éprouver sur-le-champ des convulsions violentes, et périr dans très-peu de temps.

Cette expérience prouve que le gaz hydrogène n'est pas favorable à la respiration. Gardons-nous d'en conclure que ce fluide aériforme est par lui-même un poison mortel pour l'homme et pour les animaux. Schéele a respiré plus de vingt fois du gaz hydrogène, sans en être incommodé. Fontana n'a pu fournir que trois inspirations avec ce gaz, aussi a-t-il objecté aux chimistes suédois, que le gaz hydrogène respiré par Schéele étoit mêlé d'air atmosphérique. L'intrépide Pilatre de Rozier répondit à cette objection par l'expérience suivante. Après avoir respiré une grande quantité de gaz hydrogène, contenu dans une vessie, il

Digitized by Google

mit dans sa bouche un tube pour chasser le fluide aériforme, qu'il enflammoit avec une bougie allumée, en sorte qu'il paroissoit vomir des flammes. Si ce gaz, disoit-il, étoit mêlé d'air atmosphérique, il détoneroit dans ma bouche. Il éprouva ce fâcheux accident une fois qu'il avoit respiré du gaz hydrogène très-pur, mêlé à un neuvième d'air atmosphérique.

929. Le gaz hydrogène est immiscible à l'eau; elle ne l'absorbe pourtant pas dans les premiers instans. Aussi conserve-t-on ce fluide aériforme sur l'eau, pour des expériences qu'on veut faire prochainement; mais si on l'y laisse séjourner, l'eau l'absorbe et l'altère si sensiblement, qu'on ne sauroit espérer de l'exactitude dans les résultats.

ARTICLE II.

Du gaz hydrogène phosphoré, ou du gaz phosphorique.

930. C'est à Gengembre que nous devons la découverte du gaz hydrogène phosphoré. Pour l'obtenir, il mit de l'alkali fixe végétal, ou potasse caustique, en digestion sur

Digitized by Google

du phosphore : au bout de quelques heures, il apperçut une multitude de bulles très-petites, qui adhéroient à la surface du phosphore. Alors il exposa le tout à une chaleur de 35 à 40 degrés, pour accélérer l'action de la potasse. A peine le phosphore fut-il fondu, qu'il se dégagea une quantité assez considérable d'un gaz particulier, qui exhaloit une odeur insupportable de poisson pourri, et qui s'enflammoit de lui-même avec explosion, aussi-tôt qu'il avoit le contact de l'air atmosphérique. Ce gaz est le gaz hydrogène phosphoré. Les expériences suivantes serviront, en même temps, à montrer la manière la plus simple de l'obtenir, à établir ses propriétés chimiques, et à fixer notre opinion sur la nature de ce gaz. Nous ne parlerons pas de ses qualités physiques, elles sont à-peu-près les mêmes que celles du gaz hydrogène pur. Celle qui le distingue, c'est sa pesanteur spécifique, qui est double de celle du gaz oxigène. Gengembre estime le poids du pouce cubique de ce gaz 42 milligrammes (0,8 de grain); c'est-à-dire, qu'un pied cubique pèseroit 78,694 grammes (1482 grains).

Digitized by Google

Première expérience.

On met dans une fiole à médecine, de la potasse caustique ou pierre à cautère, dissoute dans une petite quantité d'eau, avec moitié de son poids de phosphore. A l'orifice de la fiole, on adapte l'extrémité d'un tube recourbé, dont l'autre extrémité plonge dans l'appareil hydropneumatique; et on soumet le mélange à la chaleur d'une bougie allumée.

Il se fait une légère effervescence. La potasse caustique prend une couleur plus foncée, et le gaz commence à passer d'abord avec l'odeur puante du poisson pourri, et sans s'enflammer; mais bientôt après chaque bulle qui s'échappe à travers le tube, s'élève au-dessus de l'eau, et s'enflamme sur sa surface.

La potasse caustique agit sur le phosphore qu'il divise, tandis que le phosphore agit sur l'eau, qu'il décompose. L'oxigène de l'eau s'unit à une partie du phosphore, pour former de l'acide phosphorique, et le gaz hydrogène s'emparant des particules du phosphore divisé, s'échappe avec elles à travers le tube adapté à l'orifice de la fiole.

Digitized by Google

L'extrémité du tube étant plongée dans l'eau, les bulles du gaz hydrogène phosphoré, qui sortent par l'orifice du tube, doivent, par leur légéreté, s'élever sur la surface de l'eau. Elles se trouvent alors en contact avec l'air atmosphérique, qui a la propriété d'enflammer le phosphore. Le phosphore enflammé communique l'inflammation au gaz hydrogène qui, dans cet état, produit la flamme et ces légères explosions qui se font entendre dans ces sortes d'expériences... Les premières bulles qui s'échappent à travers le tube ne s'enflamment pas, quoiqu'elles aient le contact de l'air atmosphérique. Cela arrive probablement ainsi, parce qu'une partie de l'eau est décomposée avant que le phosphore soit assez divisé pour pouvoir être emporté par le gaz hydrogène, qui résulte de cette décomposition. Les premières bulles qui s'échappent ne tiennent donc pas du phosphore en dissolution; c'est du gaz hydrogène pur, qui ne peut brûler, lors même qu'il est en contact avec l'air atmosphérique, qu'à l'approche d'un corps enflammé.

931. La propriété qu'a le gaz hydrogène phosphoré de s'enflammer lorsqu'il est en

Digitized by Google

contact avec l'air atmosphérique, sans qu'on lui présente un corps en ignition, jette un grand jour sur plusieurs phénomènes, dont l'explication avoit échappé jusqu'ici à l'activité des physiciens.

1°. L'air qui brûle à la surface de certaines sources, et forme ce qu'on connoît sous le nom de fontaines ardentes, n'est autre chose que du gaz hydrogène phosphoré. Il existe une de ces sources sur les collines de Saint-Colombat. Le département de l'Isère nous en offre une semblable dans la paroisse de Saint-Barthelemi. Bouvier a consigné quelques observations sur cette fontaine brûlante, dans le Journal de Médecine éclairée par les sciences physiques, tom. 3, n°. 8. Il y rapporte que pendant les ardeurs de l'été, le dégagement du gaz hydrogène phosphoré est si considérable, qu'on voit continuellement une flamme de 2 mètres environ (7 pieds) de hauteur, et que des voyageurs, à son aspect, se sont imaginé voir un village en combustion.

2°. Les feux follets qui serpentent dans les cimetières, doivent être attribués à la même cause. Les cimetières contiennent beaucoup de substances animales en putré-

Digitized by Google

faction ; les substances animales en putréfaction renferment toutes du phosphore. Le phosphore se volatilise par le calorique et la lumière, s'envole dans l'atmosphère, s'enflamme par son contact avec l'air atmosphérique, et donne ainsi naissance à ces flammes légères qui voltigent, pendant les nuits d'été, sur les couches inférieures de l'atmosphère.

932. L'explication que nous avons donnée de cette dernière expérience, paroît supposer que le gaz hydrogène phosphoré n'est autre chose que du gaz hydrogène pur, qui tient dans un état de suspension du phosphore très-divisé. L'expérience suivante va dissiper tous les doutes qu'on pourroit élever sur cet objet.

Deuxième expérience.

Remplissez une cloche de gaz hydrogène pur ; placez-la sur le mercure ; introduisez du phosphore au fond de la cloche, sur le mercure ; faites tomber ensuite, au milieu de cette cloche, les rayons du soleil réunis par un miroir ardent.

Le gaz hydrogène pur, renfermé dans la cloche, est bientôt changé en gaz hydrogène

Digitized by Google

phosphoré, que le simple contact de l'air atmosphérique enflamme en excitant de légères explosions.

Qu'arrive-t-il dans cette expérience? Les rayons du soleil réunis par un miroir ardent exercent toute leur activité sur le phosphore renfermé dans la cloche. Le phosphore fortement échauffé se volatilise, et le gaz hydrogène s'empare des petites portions du phosphore divisé par le calorique. Les propriétés qu'acquiert le gaz hydrogène pur ne peuvent donc provenir que du phosphore qu'il tient dans un état de suspension : d'où il résulte que le gaz hydrogène phosphoré n'est autre chose que du gaz hydrogène pur qui tient en dissolution du phosphore.

933. L'alkali fixe minéral ou la soude caustique présente absolument les mêmes phénomènes avec le phosphore, que la pierre à cautère ou potasse caustique.

934. Le lait de chaux donne aussi du gaz phosphorique, par son mélange avec le phosphore, et il paroît que ce gaz, quoiqu'en plus petite quantité que dans l'opération où l'on avoit employé de la potasse, contient proportionnellement plus de matière inflammable d'elle-même.

Digitized by Google

935. Enfin, nous devons à Pearson un nouveau moyen d'obtenir du gaz hydrogène phosphoré. Ce moyen consiste à mêler du phosphore avec de la chaux vive. Ce mélange forme une poudre rougeâtre, qui a la propriété de décomposer l'eau; une partie du phosphore se combine avec l'oxigène, et forme l'acide phosphorique, qui à son tour se combine avec la chaux, pour former du phosphate de chaux; une autre portion du phosphore se combine avec l'hydrogène, forme du gaz hydrogène phosphoré, qui se dégage de l'eau et s'enflamme au contact de l'air atmosphérique avec une sorte de décrépitation. Ce spectacle curieux dure très-long-temps : une pincée de cette poudre suffit pour produire ce phénomène.

Troisième expérience.

Dans une cloche pleine de gaz hydrogène phosphoré, et reposant sur le mercure, faites passer de l'air atmosphérique ou du gaz oxigène en petite quantité. A chaque bulle d'air atmosphérique qui va crever à la surface du mercure, le gaz hydrogène s'enflamme de lui-même; mais lorsqu'on y introduit du gaz oxigène, le gaz hydrogène

Digitized by Google

phosphoré brûle avec beaucoup d'activité, en produisant une chaleur et une dilatation si considérables, que la cloche se brise si elle n'est pas d'un verre très-épais, et si l'on fait le mélange dans des proportions trop grandes.

936. L'eau absorbe le gaz hydrogène phosphoré : à peine ces deux fluides sont-ils en contact, qu'il se forme un nuage blanc qui ne tarde pas à disparoître. Ce nuage a probablement pour cause la combustion d'une petite portion de ce gaz. Lorsqu'on met du phosphore dans un flacon qui n'est pas entièrement plein d'eau, si le phosphore vient à toucher l'air atmosphérique, il y a une petite combustion, et le flacon est subitement rempli d'un nuage blanc, qui se dissipe après la combustion. L'air atmosphérique contenu dans l'eau produit ici le même effet, par son contact avec une partie du gaz hydrogène phosphoré, que l'eau a absorbé : c'est ce qui donne naissance au nuage. On peut s'en assurer en faisant l'expérience avec de l'eau dépouillée par l'ébullition de l'air atmosphérique qu'elle peut contenir : le nuage ne paroît pas, et cependant il y a absorption du gaz hydrogène phosphoré.

Digitized by Google

937. Puisque l'eau absorbe le gaz hydrogène phosphoré, il faut, pour conserver ce fluide aériforme, le recueillir dans des cloches pleines de mercure. L'absorption de ce gaz, par l'eau, n'est pourtant pas assez prompte pour qu'on ne puisse se servir de l'appareil à l'eau, lorsqu'on veut faire des expériences qui n'exigent aucune exactitude dans les résultats. Il m'arrive quelquefois de recevoir du gaz hydrogène phosphoré dans un tube plein d'eau, de 189 à 216 millim. de hauteur (7 à 8 pouces) sur 27 millimètres (1 pouce) de diamètre. Lorsque le tube est rempli de gaz hydrogène phosphoré, je l'élève un peu au-dessus de l'eau, pour le remettre subitement sur sa surface. Chaque fois que je répète cette opération, une flamme grande et vive paroît jaillir de la surface de l'eau vers l'atmosphère. J'ai fait cette expérience dans l'obscurité, et j'ai entendu plusieurs spectateurs s'écrier, avec surprise, que l'eau vomissoit des flammes. Après l'entière combustion du gaz hydrogène phosphoré, les parois du tube sont tapissées d'une matière jaunâtre, qui n'est autre chose que de l'acide phosphorique concret.

Digitized by Google

938. Le gaz hydrogène phosphoré est très-nuisible à la respiration. Les animaux qu'on y plonge périssent sur-le-champ.

ARTICLE III.

Du gaz hydrogène sulfuré, ou gaz hépatique.

939. Le gaz hydrogène sulfuré est connu depuis long-temps. Meyer avoit observé qu'en versant des acides sur les combinaisons du soufre avec les alkalis, il se dégageoit une vapeur très-puante, et qui s'enflammoit à l'approche d'une bougie allumée. Rouelle le jeune fit la même observation. Ce fluide aériforme a fixé ensuite plus particulièrement l'attention de Schéele, qui l'a appelé air puant de soufre; mais c'est à Bergman que nous devons la connoissance des propriétés qui le caractérisent. Ce physicien lui a donné le nom d'air hépatique, parce qu'on le dégage ordinairement en versant un acide sur du foie de soufre ou hépar.

940. Le gaz hydrogène sulfuré a les mêmes propriétés physiques que le gaz hydrogène pur; sa pesanteur spécifique est cependant beaucoup plus considérable. Nous

Digitized by Google

tracerons un tableau bien abrégé de ses propriétés chimiques, parce qu'il nous paroît inutile d'entrer dans un long détail des expériences qui concourent à les établir.

941. 1°. Le gaz hydrogène sulfuré tue très-promptement les animaux qu'on y plonge.

942. 2°. Il éteint subitement les bougies allumées.

943. 3°. Si on fait passer du gaz hydrogène sulfuré dans une bouteille pleine d'eau et de chaux qu'on y a délayée, ce gaz, d'après la découverte de Berthollet, absorbe la chaux, la sature à la manière d'un acide, et lui donne la propriété de cristalliser en prismes. Le composé qui résulte de cette combinaison est un véritable hydro-sulfure calcaire très-dissoluble dans l'eau, sans couleur, et d'une odeur forte et fétide à l'air; les acides le décomposent avec effervescence et en dégagent l'hydrogène sulfuré sous forme de gaz.

944. 4°. Mêlé avec l'air atmosphérique ou avec le gaz oxigène, le gaz hydrogène sulfuré s'allume et détonne par l'étincelle électrique et par le contact des corps enflammés.

945. 5°. Il brûle avec une flamme bleue

Digitized by Google

rougeâtre; il dépose du soufre en brûlant sur les parois des vases qui le renferment.

946. 6°. L'acide nitreux et l'acide sulfureux le décomposent, détruisent sa fluidité aériforme, et en séparent le soufre.

947. 7°. Il est absorbé par l'eau qui en contracte une odeur très-fétide, et cette dissolution se décompose à l'air et par les mêmes acides que le gaz lui-même.

948. 8°. Il précipite les dissolutions métalliques.

949. 9°. Quelques métaux, et particulièrement l'argent et le mercure, en séparent le soufre; aussi ne peut-on le transvaser dans des cloches pleines de mercure, sans en décomposer une grande partie.

950. Toutes ces propriétés du gaz hydrogène sulfuré, annoncent déjà qu'il contient du soufre très-divisé. Gengembre est parvenu à demontrer que ce fluide aériforme n'est autre chose que du gaz hydrogène pur, tenant du soufre dans un état de dissolution. Pour établir cette vérité, il a mis du soufre dans dos cloches pleines de gaz hydrogène pur, et en a opéré l'extrême division, par le moyen du miroir ardent. Le gaz hydrogène pur a acquis par ce moyen toutes les

Digitized by Google

propriétés du gaz hydrogène sulfuré : d'où il suit que cette substance aériforme est composée de gaz hydrogène pur et de soufre. C'est à la dissolution de ce dernier qu'elle doit les qualités qui lui sont propres. Le soufre, quelque divisé qu'il y soit, n'y brûle point en même temps que le gaz hydrogène ; il se dépose en partie pendant la combustion de ce dernier. Ce phénomène tient à ce que le gaz hydrogène n'a pas besoin d'une température aussi élevée que le soufre pour s'allumer par le contact des corps enflammés.

951. Il existe dans des cavités souterraines des sulfures ou pyrites, avec une grande quantité d'eau. La décomposition naturelle de ces substances donne naissance au gaz hydrogène sulfuré, qui fait acquérir aux eaux des propriétés particulières. Ces eaux sont connues sous le nom d'eaux minérales sulfureuses.

952. Le gaz hydrogène sulfuré a plusieurs points d'analogie avec le gaz hydrogène phosphoré, et il ne diffère de ce dernier que par la nature du corps combustible tenu en suspension dans le gaz hydrogène. Le phosphore étant beaucoup plus combustible que le soufre, le contact de l'air atmosphérique

Digitized by Google

suffit pour l'enflammer, et son inflammation se communique facilement au gaz hydrogène déjà échauffé par la combustion du phosphore. Dans le gaz hydrogène sulfuré, au contraire, le gaz hydrogène ne s'allume que par la présence d'un corps en ignition, et le soufre qui n'y est point assez échauffé, s'en sépare sans brûler.

953. On connoît plusieurs autres espèces de gaz hydrogène, parmi lesquelles on distingue le gaz hydrogène carboné, et le gaz hydrogène mêlé de gaz azote, que Volta a appelé *air inflammable des marais.*

954. Le gaz hydrogène carboné est celui qui tient du carbone en dissolution; le charbon ordinaire que nous brûlons dans nos foyers, est composé, d'après les expériences de Lavoisier, de gaz hydrogène, de potasse, de terre et d'un principe charbonneux. Ce principe charbonneux porte le nom de *carbone*, et quoiqu'il soit très-fixe dans des vaisseaux fermés, le gaz hydrogène a cependant la propriété de le dissoudre et de le tenir dans un état de suspension; c'est ce gaz mixte qui, lorsqu'on fait dissoudre de la fonte de fer dans l'acide sulfureux étendu d'eau, se dégage en raison du carbone

Digitized by Google

que la fonte de fer a absorbé dans les hauts fourneaux.

955. On peut dissoudre aussi le carbone dans le gaz hydrogène, en faisant tomber au milieu d'une cloche pleine de ce gaz, les rayons du soleil réunis par un miroir, sur du charbon flottant au-dessus du mercure, qu'on suppose au fond de la cloche. Ce fluide aériforme brûle avec une flamme bleue, et il présente de petites étincelles blanches ou rougeâtres pendant sa combustion. L'existence du carbone dans ce gaz n'est point équivoque; elle est démontrée par la pesanteur de ce fluide aériforme et par le résultat de sa combustion avec le gaz oxigène.

956. Le gaz hydrogène des marais est celui qui résulte du gaz hydrogène pur, mêlé au gaz azote. Il est le produit de la putréfaction de plusieurs matières végétales, et de toutes les substances animales. Il n'est donc pas étonnant qu'il se dégage abondamment des eaux bourbeuses des marais, des étangs, des égoûts, des latrines et de tous les lieux où des matières animales pourissent dans l'eau. Il n'est qu'un simple mélange du gaz hydrogène pur avec le gaz azote. La combinaison de ces deux fluides aériformes

Digitized by Google

produiroit le gaz ammoniaque qui, comme nous le verrons dans la suite, différe essentiellement du gaz hydrogène des marais.

957. Le gaz hydrogène mêlé de gaz azote, brûle avec une flamme bleue. Il ne détone que difficilement avec le gaz oxigène. Si on le fait détoner dans l'eudiomètre de Volta, on trouve des gouttes d'eau, et un résidu de gaz azote plus ou moins pur.

Digitized by Google

LIVRE IX.

DES ACIDES.

CHAPITRE PREMIER.

Définition et propriétés générales de l'acide.

958. NEWTON a défini l'acide, *ce qui attire fortement et est fortement attiré:* c'est-là sans doute la meilleure définition qu'on puisse donner de l'acide, puisque, comme nous allons le voir, c'est cette vertu attractive qui donne naissance à toutes les propriétés dont il jouit, et dont chacune isolée ne sauroit nous garantir son existence.

959. L'acide a une saveur (1) aigre et

(1) Le mot saveur désigne une impression faite sur les nerfs par le corps sapide. On l'appelle caustique lorsque, son action continuant, elle désorganise entièrement le tissu de la peau, et fait éprouver une vive douleur.

Digitized by Google

piquante, c'est-à-dire, qu'il exerce une action vive sur l'organe du goût. Cette propriété émane évidemment de la puissance attractive que notre définition lui attribue; car il est bien naturel que *ce qui attire fortement*, ce qui tend à s'approprier par la combinaison les parties du corps qu'il touche, y produise quelqu'altération.

960. L'acide altère en rouge les couleurs bleues végétales. Je ne vois là qu'une propriété, et non un caractère qui distingue essentiellement l'acide. Ce changement de couleur a pour cause l'attraction de l'acide pour la matière colorante; et c'est le propre des composés, d'acquérir des propriétés nouvelles que n'ont jamais les substances composantes. La propriété acquise est donc ici de réfléchir différemment la lumière. La preuve que la couleur n'est pas détruite, ou au moins qu'elle ne l'est que par composition, résulte de ce que la couleur bleue reparoît dès que l'acide en est séparé, soit qu'il s'échappe par sa propre volatilité, comme l'acide carbonique; soit qu'il cède à l'attraction d'un autre corps qui l'attire plus fortement, comme lorsqu'on sature l'acide par l'alkali. Ajoutons que ton-

Digitized by Google

tes les couleurs bleues végétales ne sont pas altérées par tous les acides. La teinture de tournesol est la seule sur laquelle l'acide carbonique agisse d'une manière sensible. L'acide acéteux, ou vinaigre, ne rougit pas le papier bleu qui enveloppe les pains de sucre, et l'indigo résiste avec opiniâtreté à l'action de l'acide sulfurique concentré.

961. L'effervescence, avec les alkalis, étoit aussi regardée comme un indice de la présence d'un acide; mais outre que l'acide carbonique et presque tous les acides foibles ne peuvent être reconnus à cette propriété, les alkalis et les terres caustiques s'unissent toujours aux acides paisiblement et sans effervescence. Ce n'est donc là qu'une circonstance accidentelle, dont l'observation peut servir utilement dans la pratique, mais qui est indépendante de l'action propre des acides.

962. Le seul caractère essentiel de l'acide consiste donc dans cette force attractive qu'il exerce sur la plupart des substances, même les plus solides; qui est d'autant plus puissante, qu'il est plus libre; qui diminue à mesure qu'il est plus saturé; qui, dans cette combinaison, perd ses propriétés, change

Digitized by Google

celles du corps auquel il s'unit, et conserve néanmoins une tendance à une saturation plus complète, dès qu'on lui présentera une autre substance pour laquelle il aura plus d'attraction.

963. Ici se présente naturellement la question de savoir quelle est en général la nature des acides. Nous renvoyons nos lecteurs, pour cet objet, au n°. 833 de cet ouvrage, où nous avons recherché la nature du gaz oxigène.

964. Nous ne parlerons que des acides minéraux, et particulièrement de ceux qui, par leur forme gazeuse, rentrent dans le domaine de la physique. L'examen approfondi des acides végétaux et des acides animaux appartient exclusivement à la chimie. Avant d'entrer en matière, il importe de décrire un instrument précieux imaginé par *Woulf*, qui sert à la fabrication de la plupart des acides.

Il consiste principalement à adapter l'extrémité d'un tube creux et recourbé à la tubulure d'un récipient, tandis que l'autre bout plonge dans l'eau d'un flacon à moitié plein d'eau, qu'on place à côté. De la partie vide de ce même flacon, part un second tube

Digitized by Google

qui va se rendre dans l'eau d'un second flacon. On peut en ajouter plusieurs, en suivant la même marche, et en prenant la précaution de laisser le dernier ouvert, pour donner aux vapeurs une issue libre et facile. On lutte les jointures de l'appareil avec un lut qu'on prépare en mêlant un peu de chaux vive, très-divisée, au blanc d'œuf. On bat ce mélange pour faciliter la combinaison, et on le porte promptement sur des morceaux de vieux linge qu'on applique sur les jointures.

CHAPITRE II.

De l'acide carbonique.

965. Nous donnons le nom d'*acide carbonique* à un fluide aériforme méphitique et acide, qui est très-abondant dans la nature. Les Anglais l'ont appelé *air fixe*; Beuwly et Guyton, *acide méphitique*; Bergman, *acide aérien*; Bucquet, *acide crayeux*. Nous verrons, en parlant de la nature de cet acide aériforme, que le nom d'acide carbonique lui convient mieux que tous les autres.

Digitized by Google

966. On trouve l'acide carbonique sous forme de gaz, dans quelques cavités souterraines, telles que les tombeaux, les caves, les puits, les grottes, &c. Les eaux minérales retiennent ce fluide aériforme dans un état de mélange, puisqu'il y jouit de toutes ses propriétés acides. Il existe dans un état de combinaison dans les substances calcaires, dans les alkalis, dans un grand nombre de corps naturels. La fermentation de la vendange et de la bière donnent naissance au dégagement de cette substance gazeuse. La combustion des charbons et la respiration des animaux, en produisent aussi une quantité considérable. Enfin, toutes les parties des plantes, et sur-tout les feuilles plongées dans l'ombre, en transpirent sans cesse.

967. Il est aisé de recueillir l'acide carbonique, lorsqu'il existe sous forme gazeuse. On remplit, pour cet effet, une bouteille d'eau ; on la vide dans l'atmosphère de ce gaz, qui prend la place de l'eau, et on bouche ensuite la bouteille, pour empêcher son évasion.

968. Le gaz acide carbonique est dans l'état de simple mélange dans les eaux miné-

Digitized by Google

rales, les vins mousseux, &c. On peut l'obtenir, 1°. par l'agitation du liquide qui le contient, 2°. par la chaleur, qui favorise beaucoup le dégagement de ce gaz. Le contact de l'air produit d'autant plus vîte le même effet, que sa température est plus élevée. Aussi, pour conserver les eaux minérales, les vins mousseux, &c. faut-il les enfermer dans des vaisseaux bien bouchés, exposés au froid, ou les tenir fortement comprimés.

969. Lorsque le gaz acide carbonique est dans un état de combinaison, comme dans la craie, &c. on l'obtient aisément par la réaction des autres acides. On mêle, par exemple, de la craie en poudre avec une certaine quantité d'acide sulfurique. Il se fait une prompte effervescence. La craie se décompose en ses principes constituans. La chaux, qui est un de ses principes, se combine avec l'acide sulfurique, pour former du sulfate de chaux, tandis que l'acide carbonique, autre partie constituante de la craie, s'unit au calorique, et se dégage sous forme de gaz. On le recueille dans des cloches disposées à le recevoir, sur la cuve de l'appareil pneumato-chimique.

970. Le gaz acide carbonique est invi-

Digitized by Google

sible, élastique, inodore, &c. Il est pesant, et sa pesanteur est à-peu-près double de celle de l'air atmosphérique. C'est cette pesanteur qui fait qu'on le transvase facilement d'un vase dans un autre, comme tous les fluides, et qu'on le tire par le robinet d'une cuve, après le vin.

971. Ce fluide aériforme est véritablement un acide propre de son genre. Les preuves de son acidité sont si multipliées, que tous les physiciens sont aujourd'hui parfaitement d'accord sur cet article. Aussi ne ferons-nous qu'indiquer les phénomènes qui établissent son acidité.

972. 1°. Ce gaz est constamment le même, soit qu'on le dégage par le feu, sans acide, soit qu'on le dégage par les acides, sans feu : il n'emprunte donc pas de ces agens, les propriétés qui nous portent à le juger essentiellement acide.

973. 2°. Il altère en rouge l'infusion du tournesol, et cette altération s'évanouit à mesure qu'il se dissipe.

974. 3°. Il neutralise les alkalis.

975. 4°. Il précipite l'eau de chaux.

976. Le gaz acide carbonique n'est pas propre à alimenter la combustion.

Digitized by Google

Première expérience.

Prenez trois tubes de verre d'une certaine hauteur; remplissez le premier d'air atmosphérique, le second de gaz acide carbonique, le troisième de gaz oxigène. Tout étant ainsi disposé, plongez successivement et avec promptitude, une bougie allumée dans ces trois tubes, en commençant par celui qui est rempli d'air commun, ensuite par le tube rempli de gaz acide carbonique, enfin par celui qui contient le gaz oxigène. Dans le tube rempli d'air atmosphérique, la bougie brûle avec son éclat ordinaire; elle s'éteint subitement dans le tube rempli de gaz acide carbonique, et se rallume ensuite dans le tube qui contient le gaz oxigène, en répandant une clarté éblouissante. Si l'on recommence cette opération en suivant l'ordre indiqué pour l'immersion de la bougie, on obtient toujours le même effet, jusqu'à ce que le gaz oxigène soit tout-à-fait consumé.

Cette expérience offre en même temps un spectacle agréable à la vue; la confirmation d'une vérité déjà établie, savoir, que le gaz oxigène est beaucoup plus propre à la com-

Digitized by Google

bustion que l'air atmosphérique; et enfin la preuve la plus complète que les corps enflammés ne sauroient brûler dans le gaz acide carbonique.

977. Le gaz acide carbonique est nuisible à la respiration.

Il existe, près de Naples, une grotte connue sous le nom de grotte du Chien, qui est remplie de ce fluide aériforme. Deux criminels, que Pierre de Tolède y fit renfermer, y périrent subitement. Tibère y fit descendre deux esclaves qui y éprouvèrent le même sort. Pilatre de Rozier faillit aussi à devenir la victime de sa hardiesse et de sa témérité. Il se fit descendre dans une masse de gaz acide carbonique, qui reposoit sur une cuve de bière en fermentation. A peine fut-il entré dans cette atmosphère, qu'il sentit de légers picotemens qui le forcèrent à fermer les yeux, et une suffocation violente qui l'empêcha de respirer. Il éprouva dans cette situation tous les symptômes d'une apoplexie prochaine, qui durèrent encore quelque temps après qu'on l'eut rendu à l'air atmosphérique.

Tous ces faits prouvent invinciblement que le gaz acide carbonique est nuisible à la

Digitized by Google

respiration. On peut encore se convaincre de cette vérité par l'expérience suivante.

Deuxième expérience.

Après avoir rempli un tube de verre, de gaz acide carbonique, on y renferme un oiseau ou un animal quelconque. Dès que l'oiseau est plongé dans l'atmosphère de ce gaz, on le voit respirer avec peine, ouvrir le bec, éprouver des convulsions violentes, et périr, si on ne lui donne promptement du secours.

Cette expérience atteste les dangereux effets du gaz acide carbonique, puisque les animaux qui le respirent sont suffoqués s'ils ne sont secourus à temps. Mais, quel est le remède le plus prompt et le plus convenable en pareilles circonstances? La solution de ce problême tient à une expérience qui fut faite à l'académie des sciences, le 10 mai 1777, en présence de l'empereur. Lavoisier répéta quelques expériences du docteur Priestley, sur le gaz acide carbonique. Il mit un oiseau dans un vase de verre, où à peine eut-il versé du gaz acide carbonique, qu'on vit l'oiseau s'agiter et perdre, en apparence, tout sentiment de vie. Lavoisier retira l'oiseau

Digitized by Google

du vase qui le renfermoit, et le présenta pour mort à l'empereur. Sage s'empara du prétendu défunt, et lui plongea le bec dans de l'ammoniaque liquide, qu'il tenoit dans le creux de sa main. L'oiseau donna aussitôt quelques signes de vie ; mais il retomba bientôt dans son premier état : nouvelle dose d'ammoniaque ; nouvelle résurrection. La nature mieux secondée dans cette seconde application de l'ammoniaque, reprit toute son énergie. L'oiseau se tint ferme sur ses pattes, marcha, battit des ailes et s'envola.

978. La propriété qu'a le gaz acide carbonique de tuer promptement les animaux qui le respirent, doit souffrir quelque légère restriction relativement aux insectes. Priestley a observé, 1°. que des grenouilles plongées dans une atmosphère de ce gaz, y vivent 40 à 60 minutes, en suspendant la respiration ; 2°. que les insectes s'y engourdissent après quelque temps de séjour ; mais qu'ils reprennent leur gaîté du moment qu'on les expose à l'air atmosphérique.

979. Le gaz acide carbonique est promptement nuisible à la végétation. 1°. Des jets de menthe aquatique, placés sur la liqueur fermentante, meurent dans un jour, ou même

Digitized by Google

dans un moindre espace de temps, et ils ne reprennent point leur première fraîcheur, lorsqu'on les remet ensuite dans l'air commun. 2°. Priestley a souvent éprouvé qu'une rose nouvellement cueillie perd sa couleur et devient d'un rouge pourpre, après avoir été dans le gaz acide carbonique pendant environ vingt-quatre heures. Les extrémités des feuilles sont plus affectées que le reste.

980. Cette substance gazeuse se dissout dans l'eau, mais avec lenteur. En agitant ces deux fluides, et en multipliant d'une manière quelconque leur contact, ils s'unissent et forment une liqueur acidule que *Bergman* a appelée *eau aérée*. L'eau dissout une quantité de gaz acide carbonique d'autant plus grande que l'eau est plus froide. Mais cette saturation a un terme, et l'eau la plus froide ne paroît pas pouvoir en absorber plus qu'un volume égal au sien.

981. Les physiciens se sont étudiés à trouver des appareils propres à imprégner facilement et le plus promptement possible, l'eau de toute la quantité de gaz acide carbonique qu'elle peut dissoudre. Une des machines les plus propres à remplir cet objet, a

Digitized by Google

été inventée par le docteur Nooth, et perfectionnée par Parker et Magellan.

Elle consiste en trois vaisseaux de cristal A, B, C (fig. 121). Le vaisseau moyen B a un col qui s'insère par frottement dans l'orifice du vaisseau A, et s'y adapte si parfaitement, qu'il ne reste entr'eux aucune issue à l'air. Ce col inférieur du vaisseau moyen B a un bouchon V de cristal, composé de deux parties séparées l'une de l'autre par un espace de deux à trois lignes. Ces deux parties sont percées dans leur épaisseur, d'un nombre de trous capillaires suffisant pour laisser passer une bonne quantité d'air, et elles renferment dans l'espace qu'elles laissent entr'elles, une lentille plano-convexe qui fait office de soupape, en permettant à l'air de passer de bas en haut, et l'empêchant de redescendre dans le vaisseau A.

Le vaisseau supérieur C se termine inférieurement par un tube marqué 2, 1 (même figure), lequel, étant courbé, empêche le passage immédiat des bulles de gaz acide carbonique dans le vaisseau supérieur C, avant qu'elles atteignent la surface de l'eau dans le vaisseau B. Le vaisseau C s'adapte aussi par frottement, avec la plus grande justesse, au

Digitized by Google

col supérieur du vaisseau moyen B; et il a un bouchon de cristal *e* percé dans toute sa longueur, qui est adapté à son orifice supérieur. Ce vaisseau supérieur C contient précisément la moitié de l'eau qui peut tenir dans le vaisseau B; et l'extrémité 1 de sa tubulure courbée 2, 1, ne descend pas au-dessous du milieu de ce même vaisseau B.

Chacun des deux vaisseaux A et B a une ouverture *m*, *n*, avec un bouchon de cristal. C'est par l'ouverture *m* qu'on introduit dans le vaisseau A les matériaux nécessaires à l'effervescence. Le bouchon adapté à l'ouverture *n* du vaisseau B, fait l'office de robinet pour retirer l'eau de ce vaisseau lorsqu'elle est aérée.

Pour faire produire à cette machine tout l'effet dont elle est susceptible, on réduit en poudre de la craie sèche, ou plutôt du marbre blanc (1). On met cette poudre dans le vaisseau A avec de l'acide sulfurique;

(1) Le marbre blanc granulé ou réduit en poudre grossière est beaucoup meilleur pour cet usage que la craie pulvérisée, parce que l'action de l'acide affoibli sur le marbre dure un temps très-considérable; et la production du gaz acide carbonique qui est dégagé par cette effervescence est beaucoup plus uniforme.

Digitized by Google

et dans le vaisseau B, l'eau qui doit être imprégnée. Il se fait une prompte effervescence, le gaz acide carbonique se dégage et passe dans le vaisseau B à travers la soupape V. Lorsque le gaz acide carbonique arrive au sommet du vaisseau B, il en déplace un égal volume d'eau, et cette eau monte par le tube courbé 2, 1, dans le vaisseau C.

Il faut avoir soin de ne pas secouer le vaisseau A lorsqu'on vient d'y jeter la craie; car, si on le fait, il s'ensuivra une effervescence subite et forte qui pourra expulser une partie du contenu. En pareil cas, il sera nécessaire d'ôter pour un instant le bouchon *m*, afin de donner du jour à l'effervescence, sans quoi il peut arriver que le vaisseau A éclate. Peut-être sera-t-il nécessaire dans ce cas de jeter le contenu, de laver le vaisseau avec de l'eau pure, pour éviter que la matière effervescente ne s'arrête entre les cols du vaisseau, et de recommencer l'opération.

La lenteur de l'opération est un des grands inconvéniens attachés au procédé que nous venons de décrire. Il faut dix ou douze heures pour que la saturation soit complète, et la capacité du vaisseau ne permet d'en aérer qu'une masse insuffisante pour l'usage

Digitized by Google

journalier d'une personne. Pour remédier à cet inconvénient, Magellan a imaginé un double appareil qui pût se monter sur le même pied, c'est-à-dire qu'on double le vaisseau B et le vaisseau C; et que le col de chaque vaisseau B peut se monter sur le même vaisseau A, dans lequel on excite l'effervescence. Outre cela, on a un pied de bois disposé à recevoir l'un de ces deux appareils, tandis que l'autre est établi sur le vaisseau A. Cela fait, et après avoir reçu dans l'un de ces deux appareils, une quantité de gaz acide carbonique suffisante pour remplir la moitié du vaisseau B, on substitue à sa place le second appareil, et on agite fortement le premier, tandis que le second se remplit de gaz acide carbonique. On répète deux ou trois fois de suite cet échange des deux appareils, pour saturer de plus en plus l'eau qu'ils contiennent, de gaz acide carbonique qu'on continue à produire dans le vaisseau A, en ajoutant à proportion de la craie et de l'acide sulfurique. Par ce moyen on abrège beaucoup le temps de l'opération. Dans l'espace d'un demi-quart-d'heure au plus, on peut se procurer deux masses d'eau fortement aérées.

Digitized by Google

On ne peut disconvenir que ce procédé ne soit très-propre à remplir l'objet que Magellan s'est proposé; mais le prix de l'appareil, sa fragilité, et la difficulté de trouver des ouvriers en état de l'exécuter ou seulement de le réparer, en ont presque fait abandonner l'usage. On se sert communément d'un appareil beaucoup plus simple, très-peu dispendieux, et dont une expérience habituelle n'a fait que constater les avantages.

On choisit un grand flacon de cristal A, (fig. 122) à col renversé, et dont le chapeau soit un peu large, propre à contenir quatre ou cinq litres d'eau, et bouché à l'émeril avec un bouchon de cristal B (1). On remplit d'eau le flacon, et après l'avoir renversé dans la cuve pour le déboucher, on l'amène sur l'échancrure de la tablette, de manière qu'il corresponde à l'extrémité du tube recourbé qui doit y apporter le gaz acide car-

(1) Au défaut d'un flacon de cette espèce, on peut se servir d'une bouteille quelconque, bouchée avec un bouchon de liége. Le seul inconvénient qu'elle présente, c'est qu'elle ne peut se tenir solidement renversée sur la tablette de la cuve, et qu'on est conséquemment obligé de la retenir avec la main pendant l'opération.

Digitized by Google

bonique. Quand le fluide aériforme a déplacé l'eau d'à-peu-près la moitié de la capacité du flacon, on arrête l'opération, et on amène le flacon dans la cuve pour l'y boucher : on le retire alors de l'eau, et on le secoue fortement. Par ce moyen, la plus grande partie du gaz est promptement absorbée : on en fait passer de nouveau, en ajoutant de l'acide et de la craie dans la fiole d'où se dégage le gaz acide carbonique, et en quelques minutes, l'eau est complètement saturée. Si l'on veut en avoir une plus grande masse, on reporte le flacon dans l'eau pour l'y ouvrir. Le vide qui s'est fait dans le flacon par l'absorption du gaz acide carbonique, facilite l'ascension de l'eau. Le flacon se remplit, et on recommence l'opération.

982. Tous ces procédés, pour imprégner l'eau de gaz acide carbonique, se trouvent dans tous les temps sous la main du physicien. Il en est un qui n'a pas à la vérité le même avantage, mais qui peut être utile dans un grand nombre d'occasions, et qui mérite par conséquent d'être connu.

Nous avons vu qu'il se dégage toujours des grandes masses de matière en fermen-

Digitized by Google

tation, une quantité considérable de gaz acide carbonique qui va former à leurs surfaces une couche bien distincte de l'air atmosphérique. Il étoit naturel qu'on cherchât à en tirer parti. Le docteur Priestley imagina d'abord de transvaser plusieurs fois de l'eau d'un bocal dans un autre, au-dessus d'une cuve de bière, et par ce moyen, l'eau se trouvoit réellement imprégnée à un certain point; mais cette manipulation étoit longue, fatigante, et produisoit peu. Chaulnes en proposa une plus expéditive, et beaucoup moins embarrassante.

Ce physicien imagina de suspendre, par quatre cordes, au-dessus d'une cave de bière, ou autre liqueur en fermentation, la moitié d'un quart de muid qu'il fit scier, contenant 70 litres d'eau, et d'agiter fortement cette eau avec une espèce de moussoir. En suivant cette méthode, il n'y a pas à craindre, comme le remarque très-bien Chaulnes, que l'eau soit altérée par l'acide sulfurique, ni par la craie. Elle procure d'ailleurs, en un espace de temps très-court, une quantité d'eau gazeuse, et aux moindres frais possibles. On trouve dans le Journal de physique du mois d'avril 1777, la des-

Digitized by Google

cription de cet ingénieux appareil, qu'on ne sauroit trop recommander à ceux qui veulent opérer en grand, et qui se trouvent à portée d'une brasserie.

983. L'eau saturée de gaz acide carbonique par les moyens indiqués ci-dessus, ne diffère des eaux minérales naturelles que par d'autres principes qu'elles tiennent en dissolution. On peut les imiter lorsque l'analyse en est bien connue. Le gaz acide, dont une eau quelconque est imprégnée, la rend propre à recevoir les autres principes qui doivent entrer dans sa composition. Elle dissoudra parfaitement la quantité de sel qui lui convient; et si outre ce sel, elle doit contenir un principe ferrugineux, il n'est pas douteux qu'elle n'en prenne jusqu'à saturation. Il paroît même que la propriété de dissoudre le fer appartient exclusivement à l'eau saturée de gaz acide carbonique. Pour s'en convaincre, on met de la limaille de fer, et à même dose, dans deux verres différens; on verse dans l'un et dans l'autre la même quantité d'eau distillée, avec cette seule différence, que l'une des deux soit saturée de gaz acide carbonique. On laisse les choses dans cet état pen-

Digitized by Google

dant un certain temps; on filtre ensuite ces deux eaux à travers le papier gris; elles sont aussi claires, aussi limpides l'une que l'autre; mais on trouve à celle qui a été saturée de gaz acide carbonique, un goût ferrugineux, qu'on ne découvre aucunement dans l'autre. Si l'on jette sur l'une et sur l'autre quelques gouttes d'infusion de noix de galles, ou même une pincée de noix de galles réduite en poudre, on voit la première prendre une couleur violette, qui dégénère en peu de temps, et passe au noir; ce qui n'arrive pas à l'eau pure distillée, quoiqu'elle ait séjourné le même temps sur le fer.

984. Le docteur Macbride a reconnu que le gaz acide carbonique a la propriété de conserver les substances animales, et de retarder leur putréfaction. Ce physicien a placé dans une atmosphère de gaz acide carbonique, un morceau de chair putréfiée, qui est devenu ferme et frais après quelque temps de séjour dans ce fluide aériforme.

Cette expérience, qu'il est aisé de répéter, n'a rien qui puisse exciter de la surprise, si l'on fait attention que les substances animales ne se putréfient qu'en se coni-

binant avec l'oxigène, et que par conséquent la présence du gaz oxigène, ou du moins d'une substance capable de fournir de l'oxigène, telle que l'eau, par exemple, est nécessaire à leur putréfaction..... Le docteur Macbride pense qu'on arrête les progrès de la putréfaction des substances animales, en les environnant de gaz acide carbonique, parce qu'on s'oppose au dégagement du gaz acide carbonique, qu'elles laissent toujours échapper dans l'acte de leur putréfaction. Quelle que soit la cause de ce phénomène, il n'en est pas moins vrai qu'il existe, et qu'il peut conduire à des résultats utiles à l'humanité.

985. Si le gaz acide carbonique arrête les progrès de la putréfaction, s'il en fait rétrograder la marche, que ne doit-on pas attendre de ce remède, lorsque, aidé des effets de la nature, on l'appliquera immédiatement au corps vivant attaqué d'une maladie putride.

Hey s'en est servi le premier avec avantage. Encouragé par le résultat des expériences consacrées dans l'ouvrage de Macbride, et par les justes réflexions du docteur Priestley, il se détermina à administrer des

Digitized by Google

lavemens de gaz acide carbonique à un malade dévoré par une fièvre putride très-opiniâtre, qui avoit résisté jusqu'à cette époque aux remèdes employés ordinairement dans de semblables maladies. Il fit plus, il mêla du gaz acide carbonique à la boisson du malade, et à l'aide de ce seul remède, il eut le plaisir de voir disparoître, en peu de jours, tous les symptômes de cette dangereuse maladie.

Le gaz acide carbonique a été employé ensuite par différens médecins, dans de pareilles circonstances, et une prompte guérison en a presque toujours justifié l'usage.

On l'a appliqué aussi avec succès aux maladies cancéreuses. Le docteur Percival rendant compte, en 1774, des effets médicinaux du gaz acide carbonique, disoit que cet acide produisit des effets merveilleux sur un cancer qui avoit constamment résisté au cataplasme de carottes. Il adoucit la sanie mordante, il appaisa les douleurs, et facilita la digestion. Cette observation est appuyée par une autre du même genre, qui fut communiquée, en 1776, à l'académie des sciences de Paris. Elle confirme l'efficacité surprenante du gaz acide carbonique,

Digitized by Google

pour dissiper les fâcheux accidens de cette cruelle maladie. Ajoutons à tous ces témoignages, celui de Magellan, qui atteste de semblables guérisons. Il écrivit en 1777 (1), qu'on venoit d'appliquer récemment le gaz acide carbonique à un cancer ouvert de 16 pouces, mesure anglaise, selon son grand diamètre. Il étoit couvert d'une sanie purulente et fétide, qui excitoit des douleurs insupportables au malade ; et dans l'espace de huit jours, le gaz acide carbonique fit cesser les douleurs, détruisit la sanie et la mauvaise odeur, et réduisit les dimensions de la plaie à quatre pouces de diamètre.

986. Le gaz acide carbonique est aussi regardé comme un véritable dissolvant des pierres qui s'engendrent dans la vessie. Hulme a cru en avoir dissous une, *en procurant* le dégagement de cet acide aériforme dans les premières voies, par la boisson successive d'une dissolution alkaline, et d'un acide très-délayé. La sortie de plusieurs fragmens de cette pierre, et la diminu-

(1) Sa lettre est consignée dans le *Journal de Physique*, cahier d'août 1777.

Digitized by Google

tion des douleurs qu'éprouvoit le malade, ont décidé son opinion.

Ces heureuses et multipliées applications du gaz acide carbonique, sont faites pour intéresser le genre humain, et particulièrement pour fixer l'attention de ceux qui consacrent leur vie et leurs talens à soulager l'humanité souffrante.

987. Après avoir développé avec assez d'étendue, les principales propriétés qui distinguent le gaz acide carbonique, il est temps de nous occuper de sa nature.

988. Les physiciens étoient partagés, il n'y a pas long-temps, sur cette question importante. Les uns pensoient que le gaz acide carbonique est composé de gaz hydrogène ou air inflammable, et de gaz oxigène ou air vital. Les autres soutiennent que cet acide aériforme résulte de la combinaison du carbone avec le gaz oxigène. Cette dernière opinion nous paroît appuyée sur des expériences bien propres à décider la préférence en sa faveur.

Troisième expérience.

On met un charbon embrasé dans un flacon rempli de gaz oxigène; on bouche en-

Digitized by Google

suite promptement le tube. Le charbon brûle avec beaucoup d'activité, et finit par s'éteindre. Il résulte de cette combustion, une production de gaz acide carbonique, dont on peut s'emparer en introduisant dans le flacon de la potasse caustique, qui a la propriété de neutraliser cet acide aériforme. Ce qui reste est une petite quantité de gaz oxigène qu'on peut convertir en gaz acide carbonique, en le traitant de la même manière.

Dans cette expérience, on ne voit que charbon et gaz oxigène. Il est donc naturel de conclure que le gaz acide carbonique qui est formé, résulte de la combinaison réciproque de ces deux substances. Mais comment se fait cette combinaison? A une haute température, le carbone a plus d'attraction pour l'oxigène, que l'oxigène n'en a pour le calorique. Le gaz oxigène doit donc se décomposer; l'oxigène qui lui sert de base se combine avec le carbone et une portion de calorique, pour former le gaz acide carbonique, tandis que le reste du calorique, autre principe du gaz oxigène, se dégage avec chaleur et lumière, en prenant l'état de liberté. On ne doit pas être surpris qu'il n'y

Digitized by Google

ait qu'une portion du calorique résultant de la décomposition du gaz oxigène, qui soit employé à la formation du gaz acide carbonique. La grande pesanteur de cet acide nous prouve en effet que, pour avoir la fluidité aériforme, il n'a pas besoin d'une aussi grande quantité de calorique qu'en exige le gaz oxigène.

989. L'explication que nous venons de donner est si simple, si naturelle, qu'elle paroît ne devoir souffrir la plus légère contradiction. Quelques chimistes se sont cependant présentés pour la combattre; mais les difficultés qu'ils opposent ne nous paroissent avoir aucun trait de solidité. Le gaz acide carbonique qui résulte de la combustion du charbon dans le gaz oxigène, est formé, disent-ils, par la combinaison du gaz hydrogène que fournit le charbon ignescent avec le gaz oxigène. L'expérience suivante va dissiper ces doutes, et justifier notre explication.

Quatrième expérience.

On remplit une cloche de gaz oxigène; on met au-dessus du mercure, sur lequel repose la cloche, une quantité déterminée de

Digitized by Google

charbon, privé de tout gaz hydrogène, par une calcination préliminaire, dans des vaisseaux fermés. (Sans cette précaution, on obtiendroit des gouttes d'eau qui altéreroient l'exactitude des résultats.) On place sur le charbon environ un quart de grain d'amadou, qu'on recouvre d'un atôme de phosphore : on fait ensuite passer un fer rouge recourbé à travers le mercure, pour allumer le phosphore. Le phosphore s'allume, met le feu à l'amadou, qui le communique au charbon. L'inflammation est très-rapide, et accompagnée de beaucoup de lumière. Le gaz acide carbonique est formé, et on s'en empare en introduisant dans la cloche de la potasse caustique, qui l'absorbe promptement. Il reste, après cette absorption, une petite portion de gaz oxigène aussi pur qu'au commencement de l'expérience.

Le gaz acide carbonique est produit dans cette expérience comme dans la précédente. Cependant le charbon a été dépouillé de tout gaz hydrogène, par une calcination préliminaire que nous lui avons fait subir. Le gaz hydrogène du charbon n'a donc pu contribuer, dans l'autre expérience, à la

Digitized by Google

formation du gaz acide carbonique; d'où il résulte évidemment que cet acide aériforme a été produit par la combinaison du charbon pur avec le gaz oxigène. Si cette conséquence pouvoit paroître équivoque, qu'on pèse avec exactitude, d'une part, le charbon et le gaz oxigène employé, de l'autre, le gaz acide carbonique produit, on verra que l'acide aériforme a une pesanteur justement égale à la somme du poids du charbon et de l'oxigène qui ont servi à le former. C'est ainsi que Lavoisier a trouvé qu'il faut 72 parties d'oxigène en poids pour en saturer 28 de charbon.

990. Et qu'on ne dise pas qu'il est aisé d'obtenir du gaz acide carbonique en faisant brûler du gaz hydrogène. Si cela arrive quelquefois, c'est que le gaz hydrogène employé tient du carbone en dissolution. On peut même, comme nous l'avons déjà vu, dissoudre le carbone dans le gaz hydrogène, en l'exposant au foyer du miroir ardent, dans l'appareil au mercure, sous une cloche remplie de ce fluide aériforme. Le gaz hydrogène extrait d'un mélange d'acide sulfurique et de fer, tient plus ou moins de carbone en dissolution, parce que le fer en contient plus ou

Digitized by Google

moins, d'après les belles expériences de Berthollet, Monge et Vandermonde. On ne doit donc pas être surpris que Landriani ait obtenu du gaz acide carbonique en excitant l'étincelle électrique dans le gaz oxigène, par le moyen d'un conducteur de fer.

991. Il paroît donc incontestable que le gaz acide carbonique est composé de carbone et d'oxigène. Nous aurons, sur cet objet, la démonstration la plus complète et la plus satisfaisante, si nous réunissons l'analyse à la synthèse. Les efforts des chimistes avoient été long-temps impuissans pour opérer cette réunion. Avec du charbon et de l'oxigène, on composoit le gaz acide carbonique; mais on n'avoit pu encore parvenir à décomposer cet acide aériforme. C'est à *Tennant*, de la société royale de Londres, qu'est dû l'honneur de cette importante analyse. Voici les moyens ingénieux qu'il a mis en usage pour l'effectuer. Ils sont consignés dans les *Transactions philosophiques*, vol. 81, partie II, pour 1791.

Digitized by Google

Cinquième expérience.

On prend un tube de verre, fermé à un bout, et recouvert d'argile et de sable, pour éviter l'action subite du calorique; on y introduit d'abord un peu de phosphore, et ensuite une petite quantité de marbre en poudre. (L'expérience réussit plus promptement, si le marbre est légèrement calciné.) Dès que les substances sont introduites dans le tube, on le ferme presqu'entièrement, afin d'empêcher que la circulation de l'air n'enflamme le phosphore, et que l'air échauffé dans le tube puisse en sortir. On expose le tube à un feu brusque et violent: lorsque le tube est resté rouge pendant quelques minutes, on le retire du feu, on le laisse refroidir, on le brise.

Ce tube contient une poudre noire composée de charbon mêlé avec du phosphate de chaux et du phosphore uni à la chaux (phosphure de chaux): le phosphate de chaux peut être décomposé par la dissolution dans un acide et la filtration, et le phosphore séparé par la sublimation qui diffère de l'évaporation, en ce que la substance qu'on volatilise est solide. Le charbon ainsi

Digitized by Google

obtenu de l'acide carbonique fourni par le marbre, ne semble différer en rien du charbon des végétaux. En en faisant brûler une petite partie dans une cornue, avec du nitre, on obtient de nouvel acide carbonique.

992. On sait depuis long-temps, que l'acide phosphorique combiné avec la chaux, ne peut être décomposé par la distillation avec le charbon; car, quoique l'oxigène soit plus fortement attiré par le charbon que par le phosphore, il est cependant retenu dans le composé par deux attractions; par celle qu'il a avec le phosphore, et par celle de l'acide phosphorique pour la chaux; en sorte que l'oxigène ne peut être dégagé que ces deux attractions ne soient surmontées. Ces attractions étant plus puissantes que celle que le charbon a pour l'oxigène, si le phosphore est mêlé avec l'acide carbonique et la chaux combinée, comme cela arrive dans cette expérience, il doit en résulter la décomposition de l'acide carbonique. L'oxigène doit s'unir au phosphore pour former du phosphate de chaux, et le charbon doit rester pur.

993. En expliquant les phénomènes que

Digitized by Google

présente cette expérience par la décomposition de l'acide carbonique qui se trouve dans le marbre, on éprouve des difficultés, parce qu'on ne compare pas la quantité d'acide carbonique disparue, avec celle de carbone et d'oxigène recueillie. Pour obvier à cet inconvénient, *Péarson* propose, dans un mémoire imprimé dans le Journal de Physique, cahier de novembre 1792, une nouvelle manière de décomposer l'acide carbonique.

Sixième expérience.

Exposez du carbonate de potasse avec du phosphore, à l'action d'un feu assez fort pour faire rougir le mélange.

Après l'expérience, le charbon se trouve libre ou mêlé avec du phosphate de potasse. La quantité de charbon et d'oxigène que l'on obtient, étant à-peu-près égale à celle de l'acide carbonique qui disparoît, il ne peut plus rester aucun doute sur la décomposition de cet acide.

Digitized by Google

CHAPITRE III.

De l'acide sulfurique.

994. Si l'on combine le soufre avec l'oxigène, jusqu'au terme de saturation, le composé qui en résulte porte le nom d'*acide sulfurique*. On peut employer différens procédés pour obtenir cet acide.

995. 1°. On l'extrait à la faveur de la distillation (1) des sulfates de fer, de cuivre ou de zinc. Ces procédés sont très-dispendieux, d'une exécution peu facile, et l'acide qui en résulte est toujours fort impur.

996. 2°. On peut obtenir l'acide sulfurique en combinant le soufre avec l'oxigène ou concret ou aériforme.

997. On a d'abord effectué la combustion du soufre par le gaz oxigène, dans de grands ballons de verre, auxquels on a ensuite substitué de grandes chambres de bois,

---

(1) On appelle distillation, une opération par laquelle on cherche à séparer par le feu les divers principes des corps, selon les loix de leur pesanteur et de leur attraction.

Digitized by Google

recouvertes de plomb : on favorise la combustion en mêlant, avec le soufre, environ un huitième de nitrate de potasse. Les vapeurs acides qui remplissent la chambre se précipitent sur les parois, et on en facilite la condensation par une couche d'eau placée sur le fond de la chambre. Lorsque l'eau est suffisamment imprégnée d'acide, on la concentre dans des chaudières de plomb, et on la rectifie dans des cornues de verre, pour la blanchir et la mettre au degré du commerce. Cet acide, convenablement concentré, marque 66 degrés à l'aréomètre de *Beaumé*.

998. Lorsqu'on présente l'oxigène concret, il est alors uni à d'autres substances, qu'il abandonne pour se combiner avec le soufre. C'est ainsi qu'on obtient l'acide sulfurique en distillant l'acide nitrique sur le soufre. 1464 grammes (48 onces) de cet acide à 36 degrés, distillés sur 60 grammes (environ 2 onces) de soufre, ont donné à Chaptal 120 grammes (environ 4 onces) de bon acide sulfurique.

999. La nature nous présente presque toujours l'acide sulfurique combiné avec différentes substances. On ne l'a encore

Digitized by Google

trouvé à nu qu'aux environs de *Sienne* et de *Viterbe*, près des bains de *Saint-Philippe* en Italie, au-dessus de quelques eaux minérales sulfureuses, et dans quelques lieux volcanisés, ce qui paroît indiquer qu'il résulte de la combustion du soufre.

1000. L'acide sulfurique est susceptible de passer à l'état concret par l'abandon du calorique, et même de se cristalliser en prismes à six pans applatis, terminés par une pyramide hexaèdre. Chaptal l'a obtenu sous cette forme de polyèdre régulier, et ses expériences l'ont conduit à conclure, 1°. que l'acide très-concentré cristallise plus difficilement que celui qui marque entre 63 et 65 degrés; 2°. que le degré de froid convenable est de 1 à 3 sous 0.

L'acide sulfurique ramené à son état de pureté, est distingué par les propriétés suivantes.

1001. 1°. Il est sous la forme d'un liquide, sans couleur et sans odeur.

1002. 2°. Il a une consistance oléagineuse, ce qui le rend onctueux et gras au toucher. Cette propriété lui avoit fait donner le nom impropre et quelquefois perfide d'*huile de vitriol*.

Digitized by Google

1003. 3°. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau comme 1840 est à 1000

1004. 4°. Il a une saveur si caustique, qu'il brûle et détruit les organes des animaux.

1005. 5°. Il s'empare avec avidité de toutes les substances inflammables, qui le noircissent et le décomposent.

1006. 6°. La lumière ne lui fait souffrir aucune altération; il la réfracte, et cet effet dépend de sa densité et de la nature de la substance combustible qu'il contient.

1007. 7°. Sa capacité pour le calorique est très-foible, ce qui n'empêche pas qu'on ne le fasse passer à l'état de vapeurs.

1008. 8°. Si l'on expose à l'air de l'acide sulfurique concentré, il absorbe l'eau suspendue ou dissoute dans le fluide aériforme, jusqu'à augmenter d'environ la moitié de son poids, et l'absorption est d'autant plus prompte, que l'air a plus d'humidité.

1009. 9°. Il existe entre l'acide sulfurique et l'eau une force d'attraction qui détermine entre ces deux substances une union vive et prompte, accompagnée de circonstances assez piquantes pour fixer l'attention du physicien.

Digitized by Google

Première expérience.

On mêle quatre parties d'acide sulfurique concentré avec une partie de glace à o. L'expérience fait voir que la glace passe promptement à l'état de liquide, et qu'il y a une augmentation de température qui va jusqu'à 80°, échelle de Réaumur.

Deuxième expérience.

On mêle quatre parties de glace à o, avec une partie d'acide sulfurique concentré. Il y a une diminution de température qui va jusqu'à 16 ou 18 degrés au-dessous de o.

Pour expliquer ces phénomènes qui semblent d'abord contradictoires, il importe de remarquer que l'attraction entre l'acide sulfurique et la glace a, comme toutes les autres combinaisons, un terme de saturation qui existe entre quatre parties d'acide et une partie de glace : d'où il résulte que, dans la première expérience, les molécules de la glace et de l'acide mêlés dans la juste proportion qu'exige leur saturation réciproque, ont dû contracter l'union la plus intime, et éprouver un rapprochement très-considérable ; ce qui a fait naître le dégagement

Digitized by Google

d'une grande dose de calorique, et conséquemment une augmentation considérable de température.

Dans la seconde expérience, l'acide est saturé par un seizième de la glace mêlée : il se dégage donc une quantité de calorique suffisante pour élever la température de 20 degrés au-dessus de 0. Ce calorique dégagé se porte tout-à-coup, ainsi que le calorique environnant, sur les quinze autres parties de la glace employée, qui se fondent pour s'unir à l'acide après le premier seizième, qui s'y est d'abord uni. Mais les quinze parties de glace surabondante à la saturation de l'acide éprouvent évidemment une moindre condensation, elles perdent moins de calorique ; c'est pourquoi on n'a que 18 degrés de refroidissement, au lieu de 160 degrés que le calcul donne pour les quatre parties de glace unies à une partie d'acide, en supposant qu'il se dégageât de ces quatre parties de glace la même quantité proportionnelle de calorique qu'il s'en dégage d'une seule dans la première expérience.

1010. L'union de l'acide sulfurique avec l'eau liquide est toujours marquée par un dégagement de chaleur; le mélange qui en pro-

Digitized by Google

duit le plus, est celui de quatre parties d'acide et une d'eau, comme pour la glace. La température s'élève ici jusqu'à 120 degrés, et va presque jusqu'au double de celle qui est produite par la glace. Quelques molécules d'eau jetées sur une grande quantité d'acide passent subitement à l'état de vapeur élastique.

CHAPITRE IV.

De l'acide sulfureux.

1011. On peut obtenir l'acide sulfureux en faisant brûler du soufre sous une grande cloche au-dessus de l'eau, qui se charge de ce gaz acide à mesure qu'il se forme. Ce procédé donne très-peu d'acide ; souvent même il est mêlé avec l'acide sulfurique. Ces inconvéniens, joints à la lenteur du procédé, lui ont fait préférer celui de décomposer l'acide sulfurique par des substances combustibles, dont la plupart ont la propriété d'enlever à l'acide une partie de son oxigène, et de le faire passer ainsi à l'état d'acide sulfureux.

1012. Toutes les substances végétales et animales peuvent servir à cet objet; mais

Digitized by Google

comme elles peuvent altérer le gaz acide par plusieurs vapeurs, et sur-tout par l'acide carbonique qu'elles fournissent, on doit préférer une substance métallique qui n'a jamais cet inconvénient.

Expérience.

On met une partie de mercure coulant et deux parties d'acide sulfurique concentré dans une cornue de verre, dont le bec plonge dans une cuve hydrargiro-pneumatique, sous une cloche pleine de mercure, et on expose le mélange à un degré de feu considérable. Lorsque l'acide commence à bouillir, il se dégage un gaz permanent, qui chasse le mercure contenu dans la cloche pour occuper sa place.

L'acide sulfurique n'est autre chose que du soufre saturé d'oxigène. Le mercure est une substance métallique combustible qui, à une haute température, a quelqu'attraction pour l'oxigène. Cela posé, qu'arrive-t-il dans l'expérience que nous venons de décrire? Le mercure enlève à l'acide sulfurique une partie de son oxigène; il passe à l'état d'oxide, et l'acide sulfurique dépouillé d'une partie de son oxigène, devient acide

Digitized by Google

sulfureux, qui reçoit du calorique avec lequel il se combine, la fluidité aériforme : d'où il résulte que le gaz acide sulfureux n'est autre chose qu'une combinaison de calorique et de soufre, avec moins d'oxigène qu'il n'en faut pour constituer l'acide sulfurique, ou une combinaison de calorique et de soufre rendu foiblement acide par une portion d'oxigène. Si l'on veut se convaincre de cette vérité, 1°. qu'on enlève au gaz acide sulfureux la portion d'oxigène qui lui donne l'acidité, et le calorique qui lui donne la fluidité aériforme, on le fera passer à l'état de véritable soufre; 2°. qu'on expose le gaz acide sulfureux à l'air atmosphérique. La présence de l'air commun le réduira à l'état d'acide sulfurique. Et comment l'air commun pourroit-il opérer cette métamorphose, si ce n'est en fournissant au gaz acide sulfureux l'oxigène qui lui manque pour devenir acide sulfurique?

1013. Le gaz acide sulfureux est invisible et élastique; il exhale une odeur de soufre très-âcre et très-piquante. Sa pesanteur est plus que double de celle de l'air atmosphérique. Celle du premier est à celle du second, comme 206 est à 100; et

Digitized by Google

à celle de l'eau distillée, comme 25,3979 est à 10000,0000 : 19816 millimètres cubes (1 pouce cube) de ce gaz pèsent 50 milligrammes (environ 1 grain), et 34 décimètres cubes (1 pied cube) pèsent 90 grammes (environ 2 onces 7 gros).

1014. Le gaz acide sulfureux tue promptement toute sorte d'animaux, même les insectes.

1015. Il éteint subitement les bougies allumées ; et les corps enflammés quelconques.

1016. Il se combine avec les alkalis, et forme avec eux des sels qui diffèrent de ceux qui sont formés par l'acide sulfurique, par la forme, la saveur, et sur-tout par la propriété d'être décomposés par les acides les plus foibles.

1017. Ce fluide aériforme s'unit à l'eau et à la glace, qu'il fait fondre en raison du calorique qui se dégage pendant qu'il se fixe, et il redevient par-là acide sulfureux liquide.

1018. Il rougit et décolore la plupart des couleurs bleues végétales.

1019. Il a la propriété de blanchir la soie, et de lui donner du lustre.

Digitized by Google

CHAPITRE V.

De l'acide nitrique, de l'acide nitreux et du gaz nitreux.

1020. L'ACIDE nitrique se présente, lorsqu'il est pur, sous la forme d'un liquide blanc, dont la pesanteur est à celle de l'eau distillée, dans le rapport de 15 à 10. Il rougit et détruit les couleurs bleues et plusieurs autres couleurs végétales; mis en contact avec les substances organisées, il les brûle, ou leur imprime une couleur jaune, suivant qu'il a plus ou moins de force et d'énergie. Un des caractères les plus propres à manifester sa présence, et qu'il conserve jusqu'à ce que sa pesanteur spécifique soit à celle de l'eau comme 13 à 10, c'est qu'il exhale une vapeur blanche d'une odeur âcre, et nauséeuse.

1021. Cet acide ne se présente jamais à nu dans la nature. Toujours combiné avec différentes substances, et particulièrement avec la potasse, nous sommes forcés de l'arracher à ses combinaisons pour l'appliquer à nos usages. C'est l'acide sulfurique

Digitized by Google

qu'on emploie le plus fréquemment pour cet objet : on prend du nitrate de potasse bien pur, on l'introduit dans une cornue tubulée qu'on place dans un bain de sable, et à laquelle on adapte un récipient; on lute avec soin toutes les jointures; on verse par la tubulure, moitié poids d'acide sulfurique, et on procède à la distillation : il importe de placer un tube à la tubulure du récipient, de manière qu'il plonge dans l'eau, pour coërcer les vapeurs, et écarter le danger d'une explosion.

1022. L'acide nitrique ainsi préparé, n'est jamais bien pur : presque toujours la présence de l'acide sulfurique et de l'acide muriatique altère sa pureté, quelque précaution qu'on ait prise pour purifier le nitrate de potasse. On lui enlève l'acide sulfurique en le redistillant sur du nitrate de potasse bien pur, qui retient le peu d'acide sulfurique qui se trouve dans le mélange : on le dépouille de l'acide muriatique, à la faveur de quelques gouttes d'une dissolution de nitrate d'argent qui précipitent cet acide; on laisse reposer la liqueur, on la décante de dessus le dépôt; on l'expose à une chaleur douce, jusqu'à ce qu'elle ait perdu toute ma-

Digitized by Google

tière colorante, ainsi qu'une certaine quantité d'eau qui l'affoiblit, et alors on a l'acide nitrique dans toute sa force et dans toute sa pureté.

1023. L'acide nitrique exposé à la lumière, la réfracte dans une raison un peu plus forte que sa densité.

1024. Le calorique bien ménagé dilate et volatilise cet acide sans lui faire souffrir aucune altération; mais si l'action du calorique est brusque et forte, comme lorsque l'on fait passer cet acide à travers un tube de porcelaine incandescent, l'acide se décompose, et il en résulte un fluide aériforme plus pur que l'air atmosphérique, en raison de la grande quantité de gaz oxigène qui entre dans sa composition. Cet effet annonce déjà que les principes constituans de l'acide nitrique ne contractent pas une union très-intime.

1025. L'acide nitrique s'unit à l'eau en toutes proportions, et c'est probablement cette grande attraction de l'eau pour cet acide qui l'empêche de se présenter sous la forme d'un fluide élastique. L'eau lui ôte de son énergie, et le constitue ce qu'on appelle *eau-forte* dans le commerce.

Digitized by Google

1026. Nous avons vu que les principes constituans de l'acide nitrique n'adhèrent que foiblement l'un à l'autre. De là cette grande facilité qu'ont presque toutes les substances combustibles, de décomposer cet acide en lui enlevant une partie de l'oxigène qui le constituoit acide nitrique, et de le faire passer à l'état d'un fluide élastique connu sous le nom de gaz nitreux ou d'oxide d'azote. Il importe de suivre avec détail les phénomènes qui accompagnent cette décomposition: ils vont nous éclairer parfaitement sur la nature de cet acide.

Première expérience.

Dans une fiole à médecine, mêlez de la limaille de cuivre ou de fer avec de l'acide nitrique; bouchez la fiole avec un bonchon de liège auquel est adapté un tube de verre dont l'extrémité recourbée plonge dans la cuve de l'appareil hydro-pneumatique sous une cloche pleine de mercure. Exposez enfin le mélange renfermé dans la fiole à la chaleur douce et uniforme d'une bougie allumée. Il se fait dans l'instant, et avec une vive effervescence, un dégagement considérable de gaz nitreux qui s'élève par sa légéreté dans la

Digitized by Google

partie supérieure de la cloche. Le métal se trouve réduit à l'état d'oxide.

1027. Ce fluide aériforme, examiné avec soin, jouit des propriétés suivantes : il est invisible, élastique et a une pesanteur un peu moindre que celle de l'air atmosphérique.

1028. Il est nuisible à la respiration. Les animaux y périssent même plus promptement que dans le gaz azote. Une portion du gaz oxigène aspiré sans cesse par les animaux, se combine probablement avec le gaz nitreux, pour former l'acide nitrique qui les tue promptement.

Il y a quelque chose de remarquable dans l'effet du gaz nitreux, sur les insectes qu'on y expose. Les grenouilles et les limaçons en supportent l'action pendant un temps considérable, quoiqu'ils y meurent enfin. Priestley a mis une grenouille dans le gaz nitreux; elle s'est débattue pendant deux ou trois minutes, et s'est remuée de temps en temps pendant un quart-d'heure; après ce terme, il l'a retirée, mais sans pouvoir la rappeler à la vie. Il n'en est pas ainsi des guêpes et des mouches qui périssent dans le gaz nitreux à l'instant qu'on les y plonge.

Digitized by Google

1029. Le gaz nitreux n'est pas propre à alimenter la combustion. Un corps enflammé, un bougie allumée s'y éteignent subitement. Cependant si l'on plonge dans une cloche pleine de gaz nitreux, un morceau de bois sec, long d'environ 270 à 297 millimètres (10 à 12 pouces), et allumé à une de ses extrémités, la flamme s'éteint subitement : mais la partie charbonneuse plongée jusqu'au fond de la cloche, au lieu de s'éteindre, brûle avec plus d'activité.

Il est probable que dans l'instant qu'on soulève la cloche de dessus l'eau, et qu'on la renverse pour y plonger la bougie, le gaz nitreux s'empare promptement de la partie oxigénée de l'air atmosphérique qui est en contact avec lui pour former une vapeur acide qui produit l'extinction de la bougie ou du morceau de bois enflammé. Si, après cet accident, l'extrémité charbonneuse du petit morceau de bois arrive au fond de la cloche, le gaz nitreux est encore assez pur; de plus, ce fluide aériforme est composé d'oxigène qui tient très-foiblement au gaz azote qui lui sert de base. La partie charbonneuse du petit morceau de bois qui n'est pas encore éteinte, et qui, dans cet état, a

Digitized by Google

une grande attraction pour l'oxigène, doit donc décomposer le gaz nitreux, s'emparer de l'oxigène et recevoir de ce principe l'aliment de la combustion. Cette explication suppose que le gaz azote et le gaz oxigène sont les élémens du gaz nitreux. Nous ne tarderons pas à convertir cette supposition en une vérité démontrée.

Le gaz nitreux est nuisible à la végétation; les plantes y meurent bientôt après y avoir été exposées. Ce phénomène est dû probablement à ce que les plantes transpirent du gaz oxigène, qui, se combinant avec le gaz nitreux, forme une vapeur acide qui corrode les plantes.

1030. C'est encore une propriété remarquable du gaz nitreux de préserver de la putréfaction les substances animales, et de rétablir celles qui sont déjà putréfiées. Le docteur Priestley en a fait la première observation. Il mit une souris morte dans une cloche pleine de gaz nitreux, qu'il plaça près du feu pour rendre plus forte la tendance à la putréfaction; huit jours après il retira la souris, et il s'apperçut, à son grand étonnement, qu'elle n'avoit aucune odeur désagréable. Cette expérience le porta à en tenter

Digitized by Google

une nouvelle; il prit deux souris, l'une nouvellement tuée et l'autre mollasse et pourrie; il les mit toutes deux dans une même cloche pleine de gaz nitreux, à la température ordinaire de l'atmosphère, dans les mois de juillet et août 1772. Vingt-cinq jours après, il retira les souris et les trouva parfaitement exemptes de puanteur, même en les découpant en plusieurs endroits. Celle qui avoit été mise dans l'air immédiatement après avoir été tuée, étoit tout-à-fait ferme; et la chair de l'autre, qui avoit été mollasse et pourrie, étoit toujours molle, mais elle n'avoit plus aucune odeur désagréable.

1031. Le gaz nitreux est immiscible à l'eau dans le premier moment. Cependant si on le tient long-temps sur l'eau commune, il est peu à peu absorbé et diminué. J'ai exposé une certaine quantité de gaz nitreux à l'eau bien purgée d'air par l'ébullition, et j'ai trouvé que dans trois jours, il y en a eu environ dix-huit vingtièmes d'absorbés. L'eau qui a absorbé du gaz nitreux, le retient opiniâtrément et prend un goût acide; le goût acide de cette eau ne provient pas de ce qu'elle est imprégnée de gaz nitreux. Il a probablement pour cause la vapeur

Digitized by Google

acide qui se forme toujours lorsque le gaz nitreux est en contact avec l'air atmosphérique. Nous avons pour garant de cette explication, les observations multipliées de Guillaume Bewley. Ce physicien a prouvé que le gaz nitreux ne donne à l'eau aucun goût acide sensible, s'il n'est en contact ou s'il n'est mêlé avec une portion d'air atmosphérique. On peut consulter à ce sujet sa lettre au docteur Priestley, insérée dans le tome II des Expériences et Observations de ce dernier sur différentes branches de physique, Appendix, n°. 9.

Le gaz nitreux n'est point acide et ne rougit point les couleurs bleues végétales.

1032. La propriété la plus frappante du gaz nitreux, est la manière dont il se comporte dès qu'il est en contact avec l'air atmosphérique.

Deuxième expérience.

Faites passer dans une cloche pleine de mercure et renversée sur la tablette de la cuve hydro-pneumatique, environ une partie de gaz nitreux et deux parties d'air atmosphérique. Les deux fluides se combinent avec promptitude, se diminuent prodigieu-

Digitized by Google

sement. Il s'excite une chaleur vive; l'eau monte dans la cloche, absorbe toutes les vapeurs rouges qui résultent de la combinaison des deux fluides aériformes, et ces vapeurs rouges absorbées par l'eau, lui donnent tous les caractères de l'acide nitreux.

Les phénomènes que présente cette expérience, ont pour cause la grande attraction du gaz nitreux pour la base de la portion respirable de l'air atmosphérique. C'est, sans doute, en vertu de cette attraction que le gaz nitreux s'empare de la partie oxigénée de l'air commun, pour former ces vapeurs rutilantes, qui ne sont autre chose que de l'acide nitreux. Cette assertion se change en une vérité démontrée, si l'on fait attention que ces phénomènes sont toujours plus rapides et plus marqués, lorsque l'air atmosphérique a un plus grand degré de pureté. Il résulte des expériences multipliées de Lavoisier, que quatre parties de gaz oxigène suffisent pour saturer complètement sept parties et un tiers de gaz nitreux, tandis qu'il faut seize parties d'air atmosphérique, pour en saturer la même quantité.

1033. Cette propriété qu'a l'air commun

Digitized by Google

de produire différens effets, suivant sa pureté, par son mélange avec le gaz nitreux, a fait naître l'idée que le gaz nitreux pourroit servir de pierre de touche pour connoître la quantité de gaz oxigène que contient un air quelconque. Cette épreuve consiste à employer des quantités connues de ces deux gaz, et à observer celles qui sont nécessaires pour leur saturation complète : moins il faut d'air commun pour saturer le gaz nitreux, plus cet air est pur; plus au contraire on est obligé d'en employer, moins il a de pureté.

1034. Pour apprécier avec plus de précision le degré de pureté ou d'impureté de l'air qu'on veut examiner, *Fontana*, *Landriani*, *Magellan*, etc. ont imaginé différens eudiomètres; mais on n'a pas tardé à reconnoître que ce moyen est infidèle, 1°. parce qu'il est très-difficile d'obtenir du gaz nitreux formé constamment par les mêmes proportions des fluides aériformes qui entrent dans sa composition, attendu qu'elles varient non-seulement selon la nature des substances sur lesquelles on décompose l'acide nitrique, mais même selon que la dissolution de telle ou telle substance,

Digitized by Google

par l'acide, se fait avec plus ou moins de rapidité ; 2°. l'acide nitrique qui se forme, dissout plus ou moins de gaz nitreux, selon la température, la qualité de l'air qu'on éprouve, la grandeur de l'eudiomètre, etc. de sorte que la diminution varie en raison de la quantité plus ou moins grande de gaz nitreux, qui est absorbé par l'acide nitrique qui se forme ; 3°. il est encore important de remarquer que les expériences qu'on fait avec l'eudiomètre n'ont pas, à beaucoup près, l'avantage qu'on s'en étoit promis pour la santé des hommes ; elles n'indiquent jamais que la quantité de gaz oxigène contenu dans celui qu'on examine ; mais elles n'apprennent rien sur les qualités nuisibles de ce fluide aériforme, relativement aux autres fonctions de la respiration, telles que son action sur l'estomac, sur la peau, et en particulier sur les nerfs. Ces effets, qui se rencontrent dans presque toutes les altérations de l'air, ne peuvent être connus que par l'observation des médecins.

1035. Il nous reste à étudier quels sont les élémens qui composent le gaz nitreux. Les recherches que nous allons faire pour parvenir à cette connoissance, jetteront une

Digitized by Google

nouvelle clarté sur la nature de l'acide nitrique.

Troisième expérience.

On prend un tube de verre de 4 millimètres (2 lignes) de diamètre, portant à son extrémité supérieure une virole dans laquelle est mastiquée une tige de métal terminée par deux petites boules, l'une intérieure, l'autre extérieure. Ce tube étant rempli de mercure, on plonge son orifice dans le mercure d'une cuvette, et on l'assujettit dans une position verticale, par le moyen d'un support; alors on y fait passer un mélange de gaz azote et de gaz oxigène, environ dans le rapport de 3 à 7, de manière que l'espace occupé par ces fluides aériformes soit d'environ 81 millimètres (3 pouces). On introduit ensuite dans le tube de la dissolution de potasse de la hauteur approchant de 13 millimètres (6 lignes); on dispose cet appareil à une telle distance du conducteur d'une forte machine électrique, que quand on fait jouer la machine, le fluide électrique s'élance presque continuellement de la boule du conducteur sur la petite boule extérieure du tube; on renouvelle les décharges jusqu'à

Digitized by Google

ce qu'elles ne produisent plus de diminution sensible sur le volume du gaz renfermé.

La diminution est d'abord assez considérable ; elle s'affoiblit ensuite progressivement. On renouvelle le phénomène, en portant dans le tube un mélange des mêmes gaz dans les mêmes proportions, en suffisante quantité, pour remplacer la portion absorbée. Si l'on trempe ensuite une lame de papier dans la dissolution de potasse, le papier séché et présenté à un charbon pour l'allumer, sans l'enflammer, brûle avec des signes de détonation.

1036. Cette expérience présente deux objets principaux qui doivent fixer notre attention ; savoir, 1°. la diminution produite dans le mélange des gaz par l'entremise de l'étincelle électrique ; 2°. les signes de détonation que donne le papier trempé dans la dissolution de potasse, lorsqu'après l'avoir séché, on le présente à un charbon pour l'allumer. Je ne vois dans la diminution du mélange des gaz, qu'un effet produit par l'absorption de la base du gaz oxigène, que le gaz azote a la propriété de décomposer à une haute température. Cavendish a justifié cette assertion

Digitized by Google

en prouvant, par des expériences décisives, que le gaz oxigène seul et le gaz azote seul n'éprouvent aucune diminution par les décharges électriques. Van-Marum a de même observé que le gaz azote n'étoit pas diminué. Ce gaz prit au contraire un accroissement de 0,125 de son volume, mais qu'il se trouva avoir perdu le lendemain, phénomène que l'auteur regarde comme l'effet d'une espèce de dilatation par l'électricité. A l'égard du gaz oxigène, ce physicien avoit jugé, lors de ses premiers essais, qu'il n'étoit point altéré ; mais l'ayant soumis aux mêmes épreuves dans un tube beaucoup plus petit, pour que le rayon électrique devînt plus puissant en opérant sur une moindre masse, il a trouvé que ce gaz étoit diminué de 0,2 sur le mercure, et même de 0,136 sur l'eau. Cette opposition apparente de témoignages, semble jeter sur la certitude du fait des doutes qu'il ne sera pas difficile de détruire. Pour y réussir, il suffit de considérer d'abord qu'il n'y a plus aucune proportion de cette diminution du gaz oxigène seul avec celle du gaz oxigène mêlé au gaz azote ; et, puisqu'il est généralement accordé que le gaz azote n'en éprouve séparément aucune, il

Digitized by Google

suit que la différence très-marquée de l'effet tient à une autre cause, je veux dire à la combinaison des bases des deux gaz.

En second lieu, la diminution du gaz oxigène seul s'explique tout simplement dans l'expérience de Van-Marum, par la calcination du mercure, qui fut telle, suivant ce physicien, qu'à la fin les parois du tube étoient si couvertes de chaux de ce métal, qu'on ne pouvoit voir au travers. Quant à la diminution opérée sur l'eau, comme elle n'est guère que le cinquième de celle que ce physicien avoit observée dans les mêmes circonstances avec le gaz oxigène mêlé de gaz azote, on pourroit très-bien l'attribuer à la portion de ce gaz, dont il est difficile de priver entièrement le gaz oxigène, et qu'il suffiroit de porter ici à un seizième pour rétablir la correspondance entre la cause et l'effet. Mais indépendamment de ce qui tient à cette impureté ordinaire du gaz oxigène, il y a une autre circonstance qui ne mérite pas moins d'attention, c'est la calcination que ne peut manquer d'éprouver la surface du conducteur métallique, dans l'intérieur du tube, par la répétition des décharges électriques; calcination qui doit nécessairement produire

Digitized by Google

une diminution du volume du gaz oxigène renfermé dans le tube.

1037. Il est donc incontestable que la diminution du mélange du gaz azote et du gaz oxigène, par l'étincelle électrique, a pour cause la combinaison réciproque des bases de ces deux gaz. Il n'est pas moins certain que l'acide nitrique est le résultat de cette combinaison. Nous avons pour garant de cette vérité, ces signes de détonation que donne le papier trempé dans la dissolution alkaline, lorsqu'on le présente à un charbon pour l'allumer; ils attestent la présence du nitrate de potasse : et comment concevoir que ce sel puisse être formé, si ce n'est par la combinaison de la potasse avec l'acide nitrique?

1038. La production de l'acide nitrique par la combinaison du gaz oxigène avec le gaz azote, est donc parfaitement établie; or, l'acide nitrique n'est autre chose que du gaz nitreux saturé d'oxigène; car, si l'on porte dans l'acide nitrique du phosphore, du soufre, du carbone, un métal, du sucre, etc. ces substances lui enlèvent une portion d'oxigène, et il se dégage du gaz nitreux, avec lequel il est aisé de reproduire

Digitized by Google

l'acide, en lui rendant du gaz oxigène, ou même individuellement l'oxigène qu'il avoit cédé, après qu'on l'a séparé de sa nouvelle combinaison ; d'où il résulte que le gaz nitreux n'est qu'une combinaison de gaz azote, avec moins de gaz oxigène qu'il n'en faut pour constituer l'acide nitrique.

Les proportions indiquées ci-dessus, de gaz oxigène et de gaz azote, sont généralement reconnues comme étant les plus favorables à la combinaison qui produit l'acide nitrique. Cependant on l'opère aussi en introduisant tout simplement de l'air atmosphérique dans le tube de verre, et y faisant passer de la même manière l'étincelle électrique. Si, à la place de la dissolution de potasse, on met dans le tube quelques gouttes d'infusion de tournesol, elle devient rouge, et le volume de l'air est également diminué.

1039. 1°. Cette belle expérience, que nous devons à Cavendish, et la théorie qu'elle a fait naître, jettent un grand jour sur la formation des nitrières artificielles. Le nitrate de potasse ou salpêtre, résulte de la combinaison de l'acide nitrique avec la potasse. Il faut donc, pour produire du nitrate de

Digitized by Google

potasse artificiel, faire concourir à cette production les substances propres à fournir la potasse et les élémens de l'acide nitrique. Le gaz azote se dégage, par la putréfaction, des substances animales; l'air atmosphérique fournit le gaz oxigène, et la potasse est toujours le fruit de la décomposition végétale; d'où il suit qu'on peut former des nitrières artificielles, en faisant concourir la putréfaction animale avec la fermentation végétale, pourvu que les substances qui sont dans cet état, aient le contact de l'air atmosphérique.

1040. 2°. Cette expérience nous fait concevoir clairement la production de l'acide nitrique dans l'atmosphère; elle nous éclaire sur la formation des aurores boréales, dont nous tâcherons de donner dans le cours de cet ouvrage une explication satisfaisante.

1041. D'après ce que nous avons dit, il est aisé d'apprécier la différence qui existe entre l'acide nitrique pur et l'acide nitreux. Ce dernier a lieu toutes les fois que la proportion de ces deux principes n'est pas celle qui constitue l'acide nitrique, c'est-à-dire, lorsqu'il n'y a pas une combinaison de trois parties de gaz azote, et de sept parties de

Digitized by Google

gaz oxigène ; mais comme une foule de circonstances peuvent changer le rapport de l'oxigène avec l'azote, il est aisé de concevoir, 1°. que cet acide est très-altérable, et doit souvent être plus ou moins coloré et fumant ; 2°. qu'en raison de la quantité d'oxigène qui lui aura été enlevée, il pourra être dans beaucoup d'états différens, depuis celui qui est le plus pur et qui contient le plus de ce principe, jusqu'au gaz nitreux, qui n'en contient plus assez pour être véritablement acide ; 3°. que si l'on prive le gaz nitreux de la portion d'oxigène qu'il contient encore, on le réduira à l'état de gaz azote ; 4°. que l'adhérence entre l'oxigène et l'azote étant très-peu considérable, et la plupart des corps combustibles ayant plus d'attraction pour le premier que n'en a l'azote, l'acide nitrique, l'acide nitreux et le gaz nitreux doivent être décomposés avec beaucoup de facilité par un grand nombre de corps.

Digitized by Google

CHAPITRE VI.

De l'acide muriatique.

1042. On obtient l'acide muriatique, en le dégageant de ses combinaisons par un acide plus puissant, tel que l'acide sulfurique concentré.

Première expérience.

On met du sel marin ou muriate de soude dans une fiole à médecine; on verse dessus de l'acide sulfurique concentré. On adapte à l'orifice de la fiole un tube recourbé, dont le bec plonge dans la cuve de l'appareil au mercure, sous une cloche pleine de ce fluide métallique. Le mélange s'échauffe, et il se dégage un fluide aériforme qui va chasser le mercure contenu dans la cloche, pour en occuper la place. Ce fluide aériforme est l'acide muriatique gazeux.

Le sel marin est composé d'acide muriatique et de soude. Lorsqu'on verse de l'acide sulfurique sur le sel marin, on présente à la soude une substance qui a pour elle plus d'attraction qu'elle n'en a pour l'acide muria-

Digitized by Google

tique. La soude doit donc abandonner l'acide muriatique pour se combiner avec l'acide sulfurique, et former le sulfate de soude. L'acide muriatique devient libre, et comme il est très-volatil, il se dégage sous forme de gaz.

1043. Ce gaz ne peut point être recueilli sur l'eau qui l'absorbe promptement, lorsqu'elle est en contact avec ce fluide aériforme.

Deuxième expérience.

Dans la cloche pleine de mercure qui a servi à recueillir le gaz acide muriatique, faites passer un peu d'eau qui, par sa légéreté respective, se portera à la surface du mercure. L'eau absorbe subitement le gaz acide muriatique; le mercure remonte jusque vers le haut de la cloche, et la liqueur qui se trouve au-dessus du mercure est de l'acide muriatique liquide, d'autant plus concentré, qu'il y a plus de gaz et moins d'eau.

Cette expérience atteste la grande attraction de l'eau pour le gaz acide muriatique; elle prouve en même temps que le gaz acide muriatique n'est autre chose que l'acide mu-

Digitized by Google

riatique liquide, privé d'eau ; c'est-à-dire, aussi concentré qu'il puisse l'être, et combiné avec le calorique, qui lui donne la fluidité aériforme.

L'acide muriatique gazeux doit donc produire à-peu-près les mêmes phénomènes, et donner les mêmes signes d'acidité que l'acide muriatique liquide. Ils partagent la propriété de rougir les couleurs bleues végétales, et de former des fumées ou vapeurs blanches par leur mélange avec l'air atmosphérique. Ces vapeurs ont pour cause la combinaison du gaz acide muriatique avec l'humidité de l'air ; aussi ne sont-elles pas sensibles sur les hautes montagnes, où l'air est très-sec, suivant l'observation de d'Arcet.

1044. Le gaz acide muriatique est beaucoup plus pesant que l'air atmosphérique. La pesanteur spécifique du premier est à celle du second, comme $173\frac{1}{4}$ est à 100, et à celle de l'eau distillée, comme 21,3482 est à 10000,0000.

1045. Ce fluide aériforme a une odeur très-pénétrante ; la chaleur le raréfie et augmente prodigieusement son élasticité ; mais la lumière qu'il réfracte assez forte-

Digitized by Google

ment ne l'altère pas d'une manière sensible.

1046. Le gaz acide muriatique se combine avec tous les alkalis, et forme avec eux des sels différens, suivant la base alkaline qui lui est unie.

1047. Il tue promptement les animaux qu'on y plonge.

1048. Il éteint la flamme des bougies en l'agrandissant d'abord, et en donnant à son disque une couleur verte ou bleuâtre.

1049. Il est si caustique qu'il enflamme la peau, et y cause souvent de vives démangeaisons.

1050. Le gaz acide muriatique dissout le camphre.

1051. Il s'empare avec avidité de l'eau surabondante du sulfate d'alumine, et le réduit en poudre.

1052. Il fait fondre la glace aussi promptement que si on la jetoit dans un brasier. Dans tous ces cas, il perd une partie de son oxigène, et passe à l'état d'acide muriatique.

1053. On ne connoît pas encore la nature de l'acide muriatique; sa base acidifiable tient sans doute très-fortement à l'oxigène, puisqu'on n'a pu encore en séparer les prin-

Digitized by Google

cipes. On va voir que cet acide aériforme a même la propriété remarquable d'enlever l'oxigène à plusieurs substances qui en sont saturées.

CHAPITRE VII.

De l'acide muriatique oxigéné.

1054. L'acide muriatique oxigéné n'est autre chose que le gaz acide muriatique dont nous venons de parler, mais saturé d'oxigène.

1055. On obtient ce fluide aériforme, en faisant chauffer et évaporer de l'acide muriatique pendant qu'il agit sur une substance qui contient de l'oxigène, telle, par exemple, que l'oxide de manganèse.

Première expérience.

On met dans une cornue 60 grammes (2 onces) de manganèse; on verse dessus environ 120 grammes (4 onces) d'acide muriatique. On fait chauffer la cornue sur un réchaud, après avoir adapté à son orifice un tube recourbé, qui plonge dans la cuve de l'appareil au mercure, sous une cloche pleine de ce fluide métallique.

Digitized by Google

Il s'excite dans la cornue une vive fermentation, et il se dégage un fluide aériforme qui va remplir la cloche destinée à le recueillir. Ce fluide aériforme est le gaz acide muriatique oxigéné, auquel Schéele avoit donné le nom d'*acide marin déphlogistiqué*.

L'acide muriatique a une grande attraction pour l'oxigène, et le manganèse contient beaucoup de ce principe. L'acide muriatique doit donc s'emparer de l'oxigène que lui offre le manganèse, s'en saturer complètement, et, à l'aide du calorique, acquérir la fluidité aériforme. Cette explication ne doit plus être regardée comme une simple conjecture ; elle a été pleinement justifiée par des expériences ingénieuses de Berthollet. Une des plus convaincantes est celle qui regarde l'oxidation et la dissolution des métaux par le gaz acide muriatique oxigéné, qui passe à l'état d'acide muriatique ordinaire.

Deuxième expérience.

Dans un bocal rempli de gaz acide muriatique oxigéné, jetez quelques pincées d'antimoine en poudre. L'inflammation est vive

Digitized by Google

et prompte. Le métal s'oxide, et le gaz acide muriatique oxigéné passe à l'état d'acide muriatique ordinaire.

Une substance métallique ne peut brûler et s'oxider qu'en absorbant de l'oxigène qui, dans l'expérience citée, ne peut être fourni que par le gaz acide muriatique oxigéné : ce dernier a donc perdu une partie de son oxigène; et puisqu'il est passé à l'état d'acide muriatique ordinaire, on doit conclure que le gaz acide muriatique oxigéné n'est autre chose que l'acide muriatique saturé d'oxigène.

1056. Le gaz acide muriatique oxigéné est distingué par des propriétés physiques ; il exhale une odeur très-fétide et très-piquante ; il n'est point invisible comme les autres substances gazeuses : sa couleur est d'un jaune verdâtre, qui le fait bien appercevoir.

1057. Ce gaz tue très-promptement les animaux qu'on y plonge ; il diminue et rougit la flamme des bougies sans l'éteindre ; il ne se combine presque point avec les alkalis ; il ne rougit pas les couleurs bleues végétales. Plus fort que l'acide carbonique, il le chasse de ses combinaisons ; mais il

Digitized by Google

perd cette propriété par son union avec l'eau.

1058. Quoique le gaz acide muriatique oxigéné n'ait pas la propriété de changer en rouge les couleurs bleues végétales, il a cependant celle de les détruire entièrement, et de réduire au blanc les étoffes teintes, le syrop de violette, les fleurs, &c. L'expérience suivante mettra cette vérité dans tout son jour.

Troisième expérience.

Remplissez de gaz acide muriatique oxigéné une cloche de verre disposée pour le recevoir, sur la tablette de la cuve hydrargiro-pneumatique; faites passer ensuite dans cette cloche un bouquet de fleurs de violettes. Ces fleurs sont décolorées sur-le-champ; et cet effet est si prompt, qu'il semble qu'on ait escamoté le bouquet de fleurs bleues, et qu'on en ait substitué un de fleurs blanches. On peut se servir, pour cette expérience, de l'appareil à l'eau; car, quoique le gaz acide muriatique oxigéné soit soluble dans l'eau, il ne s'y dissout que très-peu, et l'eau en est promptement saturée. Mais l'effet n'est pas aussi prompt qu'avec l'appareil

Digitized by Google

au mercure, parce que l'adhérence de l'eau aux pétales de la fleur retarde un peu le contact immédiat du gaz sur eux.

L'effet produit dans cette expérience ne peut être attribué qu'à l'absorption de l'oxigène. Le gaz acide muriatique oxigéné contient en excès ce principe acidifiant; il en cède une partie au bouquet de violettes. Ces fleurs l'absorbent avec avidité, et c'est cette absorption qui leur fait perdre leur couleur, tandis que le gaz acide muriatique oxigéné dépouillé de son excès d'oxigène, redevient gaz acide muriatique.

1059. La propriété qu'a le gaz acide muriatique oxigéné de détruire les couleurs, a fixé l'attention des physiciens, qui sont parvenus à en faire d'utiles applications.

1060. 1°. Il sert à blanchir les toiles et les cotons. A cet effet, on passe le coton dans une lessive foiblement alkaline; on fait bouillir, puis on tord l'étoffe, et on la fait tremper dans de l'eau saturée de gaz acide muriatique oxigéné: il faut avoir l'attention de remuer l'étoffe et de la tordre; on la lave ensuite à grande eau, pour enlever l'odeur dont elle est imprégnée.

1061. 2°. Chaptal a employé ce moyen

Digitized by Google

pour blanchir le papier et les vieilles estampes; elles acquièrent une blancheur éblouissante; l'encre ordinaire disparoît par l'action de cette substance gazeuse, mais celle d'imprimeur n'en peut souffrir aucune atteinte.

Ces différens effets ne sauroient être attribués à l'eau qui tient en dissolution le gaz acide muriatique oxigéné. Ils sont produits exclusivement par l'action de l'acide aériforme.

1062. Le gaz acide muriatique oxigéné a la propriété de dissoudre l'or. On peut aisément se convaincre de cette vérité, en mettant dans de l'eau saturée de ce fluide aériforme, quelques feuilles d'or battu, qui ne tarderont pas à s'y dissoudre. Ce n'est même que par l'action du gaz acide muriatique oxigéné, que l'acide nitro-muriatique ou eau régale, dissout cette substance métallique. Car l'eau régale résulte d'un mélange d'acide nitrique et d'acide muriatique, dans lequel l'acide muriatique, dont la base a de l'attraction pour l'oxigène, se combine avec l'oxigène de l'acide nitrique, et devient par-là acide muriatique oxigéné; tandis que que la base de l'acide nitrique demeure libre.

Digitized by Google

1063. Le gaz acide muriatique oxigéné épaissit les huiles, qui lui enlèvent de l'oxigène, et le font passer à l'état d'acide muriatique ordinaire.

1064. Il se décompose peu à peu par le contact de la lumière, qui lui enlève une partie de son oxigène. Par-là, il redevient acide muriatique, et l'oxigène dégagé se combinant avec le calorique, forme du gaz oxigène.

1065. C'est encore une propriété du gaz acide muriatique oxigéné, de convertir le soufre en acide sulfurique, en lui cédant l'oxigène nécessaire pour cette transformation. Mêlé avec le gaz nitreux, il passe à l'état d'acide muriatique, et convertit une partie de ce gaz en acide nitrique.

CHAPITRE VIII.

De l'acide fluorique.

1066. L'acide fluorique, ci-devant connu sous le nom d'*acide spathique*, est ce fluide aériforme qui se dégage du fluate de chaux ou spath-fluor, par l'acide sulfurique. On peut se le procurer dans l'état gazeux, en opérant de la manière suivante.

Digitized by Google

Première expérience.

On met dans une cornue de plomb (1) un mélange d'acide sulfurique et de fluate de chaux pulvérisé. On adapte à l'orifice de la cornue un tube recourbé, dont l'extrémité plonge dans la cuve de l'appareil hydrargiro-pneumatique. On expose ensuite la cornue à l'action d'un feu modéré. Le mélange ne tarde pas à s'échauffer; il se produit une vive fermentation, et il se dégage un fluide aériforme, qui est le gaz acide fluorique.

Le fluate de chaux ou spath-fluor est composé de chaux et d'acide fluorique. De plus, l'acide sulfurique a plus d'attraction pour la chaux, que la chaux n'en a pour l'acide fluorique. L'acide sulfurique doit donc se combiner avec la chaux pour former du sulfate de chaux, tandis que l'acide fluorique dégagé de sa première combinaison, en contracte une nouvelle avec le calorique, qui lui donne la fluidité aériforme.

(1) On se sert d'une cornue de plomb pour extraire le gaz acide fluorique, parce que cette substance métallique est une de celles qui sont le moins attaquées par cet acide aériforme.

Digitized by Google

1067. Nous avons dit qu'il falloit, pour cette expérience, se servir de l'appareil au mercure. Cette précaution est nécessaire pour recueillir le gaz acide fluorique, parce que l'eau a la propriété de le dissoudre avec beaucoup de promptitude.

Deuxième expérience.

Dans une cloche de gaz acide fluorique, et reposant sur le mercure, faites passer un peu d'eau au-dessus de la surface de ce fluide métallique: il y a de la chaleur produite, et le mercure remonte dans la cloche.

1068. Ces effets annoncent évidemment que l'eau a la propriété d'absorber le gaz acide fluorique. Cette absorption est toujours accompagnée d'un phénomène singulier, qui mérite d'être connu. Il consiste dans la précipitation d'une terre blanchâtre et très-fine. Mais quelle est la nature et l'origine de cette matière terreuse? Il étoit réservé à Meyer de résoudre ce problême important. Voici les expériences décisives qui l'ont conduit à cette solution.

Ce célèbre chimiste a pris trois vaisseaux cylindriques d'étain, d'égale capacité; il a

Digitized by Google

mis dans chacun un mélange de 90 grammes (3 onces) d'acide sulfurique et de 30 grammes (1 once) de fluate de chaux, qu'il avoit eu l'attention de pulvériser dans un mortier de métal; il a ajouté, dans le premier de ces mélanges, une once de verre pulvérisé; dans le second, une once de quartz en poudre; il n'a rien ajouté dans le troisième.

Il a suspendu une éponge imbibée d'eau, au-dessus de chacun de ces mélanges, et ayant fermé ces vaisseaux de leurs couvercles, il les a exposés à une chaleur tempérée.

Une demi-heure après, l'éponge du cylindre qui contenoit le premier mélange se trouva couverte d'une croûte quartzeuse, le mélange étoit lui-même considérablement gonflé; il n'y avoit aucun changement dans les deux autres vaisseaux.

Douze heures après, l'éponge suspendue au-dessus du second mélange étoit aussi chargée d'une poussière blanche; celle du troisième ne montra pas la plus légère trace du quartz, même au bout de plusieurs jours.

1069. Il résulte de cette expérience, que la substance terreuse qui se précipite par le

Digitized by Google

contact du gaz acide fluorique et de l'eau, n'est autre chose qu'une portion du verre qui est attaquée, et véritablement dissoute par l'acide aériforme. Il n'est donc pas surprenant que ce gaz corrode et perce le verre, et que Priestley ait été obligé, pour obvier à cet inconvénient, d'employer pour ses expériences des bouteilles de verre très-épais.

1070. Cette propriété de corroder le verre, dont jouit le gaz acide fluorique, a fait imaginer de graver sur du verre par le moyen de cet acide, comme on grave sur le cuivre par le moyen de l'acide nitrique.

1071. Le gaz acide fluorique dissous dans l'eau, forme l'acide fluorique liquide, dont l'odeur et la causticité sont très-fortes, lorsque l'eau en est saturée.

1072. Ce fluide aériforme est plus pesant que l'air atmosphérique; il exhale une odeur pénétrante, qui est plus vive que celle du gaz acide muriatique.

1073. Le gaz acide fluorique éteint promptement les bougies allumées, et tue les animaux qu'on y plonge.

1074. Sa causticité est si grande, qu'il ronge la peau pour peu qu'elle soit exposée quelque temps à son contact.

Digitized by Google

1075. L'air atmosphérique trouble sa transparence, et le change en une vapeur blanche, en raison de l'eau qu'il contient.

1076. On ne connoît pas encore la nature de cet acide aériforme. S'il est comme la plupart des acides minéraux, un composé d'une base acidifiable simple, avec l'oxigène, cette base acidifiable doit tenir fortement à l'oxigène, puisque le charbon ne peut l'enlever.

Digitized by Google

LIVRE X.

Des phénomènes de la combustion, de la respiration, de la chaleur animale, de la végétation et de la fermentation.

CHAPITRE PREMIER.

De la combustion.

1077. Il est impossible de concevoir clairement ce que c'est que la combustion, avant d'avoir étudié les phénomènes qu'elle présente, et déterminé la cause qui les produit. Ce n'est donc qu'après nous être occupés de ces objets que nous pouvons espérer de définir la combustion d'une manière intelligible. Pour procéder avec ordre, nous rassemblerons quelques principes qui sont des résultats incontestables des faits et des

Digitized by Google

expériences, et qui existent épars dans les chapitres précédens.

Premier principe.

1078. Dans toute combustion, il y a absorption de la base du gaz oxigène.

Pour peu qu'on réfléchisse sur les propriétés du gaz oxigène que nous avons déjà développées, on se convaincra aisément de la vérité de ce principe. Nous avons démontré que si l'on brûle du soufre, du phosphore, du charbon, etc. dans du gaz oxigène pur, la base de ce fluide aériforme est totalement absorbée, et que lorsque la combustion a lieu dans l'air atmosphérique, la base du seul gaz oxigène est absorbée, tandis que le gaz azote qui forme les trois-quarts de l'air commun, ne souffre aucune altération.

Il est vrai que certaines combustions s'opèrent sans le concours apparent du gaz oxigène; telles sont :

1°. L'oxidation des métaux par les acides; la réduction des oxides métalliques par le charbon; la combustion du soufre, du phosphore, du charbon, etc. par l'acide nitrique. Sans doute, dans tous ces cas, il

Digitized by Google

n'y a point de gaz oxigène; mais l'oxigène concret existe dans un des corps dont on fait le mélange, et c'est au passage de l'oxigène plus ou moins solide du corps qui le contient, dans celui qui en est privé, qu'est due la combustion. Qu'arrive-t-il, par exemple, lorsqu'on mêle dans un vaisseau fermé un métal avec un acide? L'oxigène solide qui forme une partie constituante de l'acide a plus d'attraction pour le métal que pour la base de l'acide: le métal doit donc s'emparer de l'oxigène, et c'est en vertu de cette absorption que le métal brûle et s'oxide.

2°. Nous ne pouvons passer sous silence quelques expériences faites par les chimistes d'Amsterdam, et répétées par Van-Mons. Elles tendent à prouver qu'un mélange de cuivre et de soufre s'enflamme au moment même de la formation du sulfure par le moyen du feu, et brûle avec la même activité dans le gaz azote, dans le gaz hydrogène, dans le gaz acide carbonique, &c..... sans qu'on puisse y soupçonner la présence de l'oxigène, soit concret, soit aériforme.

Ces expériences ont été répétées avec soin par un grand nombre de chimistes, et le résultat de leur travail nous rassure complè-

Digitized by Google

tement sur la solidité des principes qui fondent la théorie de la combustion. 1°. Le soufre contient de l'eau dont la décomposition a pu fournir l'oxigène nécessaire à la combustion; 2°. le soufre peut être regardé comme un oxide; 3°. les sulfures contiennent moins de calorique que les élémens isolés qui entrent dans leur composition. La production d'un sulfure est donc marquée par un dégagement de calorique.

Deuxième principe.

1079. Le résidu de la combustion est toujours plus pesant que n'étoit le corps avant d'être brûlé.

Des expériences décisives attestent la vérité de ce principe. Cinquante kilogr. (environ 100 livres) de plomb donnent, par la combustion, 55 kilogr. (environ 110 liv.) d'oxide. Le soufre donne plus d'acide sulfurique en poids après sa combustion, qu'il ne pesoit lui-même. Et qu'on ne dise pas qu'il existe des substances, telles que les huiles, l'éther, &c. auxquelles la combustion enlève une grande partie de leur poids. Il est certain que les corps combustibles,

Digitized by Google

dont la matière inflammable est volatile; perdent beaucoup de leur poids par la combustion. Mais cette perte n'existe véritablement qu'en apparence. Il est aisé de s'en convaincre, si l'on fait attention que ce qui reste fixe après la combustion, n'est pas le seul résidu du corps combustible, et que tous ceux de ces derniers qui jouissent d'une grande volatilité, se changent, par la combustion, en fluides aériformes qui se dissipent promptement.

L'éther et l'alkool nous offrent des exemples de cette vérité. Ces liquides brûlent presque toujours sans laisser dans les vaisseaux qui les renfermoient, aucune trace de leur existence. N'en concluons pas que ces fluides sont anéantis; ils éprouvent seulement une espèce de métamorphose, et la matière volatile qui en est le fruit, se répand subitement dans l'atmosphère. Cela est tellement vrai, que si par des moyens quelconques, on rassemble ce produit, on trouve qu'il a plus de pesanteur que le corps combustible n'en avoit. C'est en brûlant dans des vaisseaux clos une quantité connue d'alkool, que nous avons obtenu pour produit de cette combustion une quantité d'eau dont le

Digitized by Google

poids surpassoit celui de l'alkool consumé. Il en est de même de la cendre qui reste après la combustion du bois ; elle n'est pas le véritable résidu de la combustion des végétaux ; ce résidu s'est dissipé dans l'air : une partie qui n'a point été entièrement brûlée, constitue la suie ; une autre s'est envolée dans l'atmosphère, s'y est condensée en eau, ou y a déposé des fluides aériformes de différente nature. On doit donc regarder comme un principe incontestable que l'augmentation en poids a lieu dans tous les corps combustibles qui brûlent.

Troisième principe.

1080. L'augmentation de poids qu'acquiert le corps brûlé est égale au poids du gaz oxigène absorbé.

Lorsque le résidu de la combustion est fixe, il est aisé de s'en convaincre. Lavoisier a démontré, par des expériences très-exactes, que si l'on opère la calcination ou l'oxidation des métaux, soit sous des cloches de verre, soit dans des vaisseaux fermés, dans des quantités connues d'air, la partie oxigénée de l'air atmosphé-

Digitized by Google

rique est absorbée pendant la calcination, et que le métal oxidé acquiert autant de poids que l'air atmosphérique en perd par l'oxidation du métal.

Il y a de même absorption totale du gaz oxigène, ou plutôt de l'oxigène qui forme sa base, dans la combustion du phosphore; et le poids de l'acide phosphorique qu'on obtient se trouve rigoureusement égal au poids du phosphore, plus à celui du gaz oxigène employé dans la combustion.

Si les résultats de la combustion sont volatils, il est sans doute plus difficile d'en connoître le poids, et de constater si son augmentation est en raison de la quantité d'air absorbée. Néanmoins lorsque la combustion se fait sous des cloches et qu'on recueille tous les produits, on trouve toujours que l'augmentation du poids est dans un rapport exact et rigoureux avec le gaz oxigène absorbé.

Quatrième principe.

1081. Dans toute combustion, il y a dégagement de calorique et de lumière.

Ce principe a besoin de quelque explication. Lorsque la combustion se fait par le

Digitized by Google

contact de l'air, le corps qui brûle a plus d'attraction pour la base du gaz oxigène que cette base n'en a pour le calorique. En vertu de cette attraction, cette base se fixe et se combine avec le corps ignescent. Elle abandonne donc le calorique, et le calorique devenu libre, produit de la chaleur, et cherche à se combiner avec les substances qu'il rencontre sur son passage.

Si la combustion s'opère sans le concours de l'air, l'oxigène qui produit ce phénomène n'est point fondu en fluide aériforme par le calorique et la lumière; il n'y a presque pas de dégagement de ces fluides: aussi ces sortes de combustions se font communément sans flamme, et la chaleur produite n'est jamais considérable.

1082. D'après ces principes, il est aisé de se former une idée claire de ce qu'on doit entendre par combustibilité ou inflammabilité. Les corps combustibles sont ceux qui ont la propriété de décomposer le gaz oxigène, et d'enlever sa base au calorique et à la lumière qui lui étoient unis. La combustibilité des corps augmente en raison de l'attraction qu'ils ont pour cette base, et la combustion consiste dans l'union de l'oxi-

Digitized by Google

gène avec le corps combustible. A mesure que cette union s'opère, la lumière et le calorique se séparent de l'oxigène, et paroissent sous forme de chaleur et de lumière sensible (1). Il existe des corps combustibles qui, dégageant lentement le calorique et la lumière, ne donnent que de la chaleur en brûlant; d'autres, au contraire, dégageant rapidement ces fluides, les font paroître sous forme de lumière éclatante et de chaleur ardente. Dans certaines combustions opérées

(1) Quoique le calorique qui se dégage pendant la combustion, soit fourni par le gaz oxigène qui se fixe dans le corps ignescent, il peut se faire aussi que le charbon, et sur-tout l'hydrogène qui étoit contenu dans le corps combustible, en donnent une certaine quantité. Voici comment Berthollet s'exprime à ce sujet, dans ses Elémens de l'art de la Teinture, tome 1, page 170.

« Lorsqu'on regarde l'air vital comme la source de la chaleur qui se dégage de la combustion, l'on ne prétend pas que les corps qui brûlent n'y contribuent point eux-mêmes, quoiqu'en fixant son attention sur la cause principale de ce phénomène, on se soit quelquefois contenté de l'indiquer seule. Toute la théorie que quelques personnes cherchent à combattre, s'élève contre cette supposition; mais si l'on fait attention que, dans les combustions accompagnées de flamme

Digitized by Google

à l'air, les corps combustibles attirent l'oxigène avec la plus grande facilité. D'autres exigent pour se combiner avec l'oxigène, une température quelquefois très-élevée qui paroît favoriser l'attraction du corps combustible pour cette base. Cette théorie jette un grand jour sur tous les phénomènes qui accompagnent la combustion. Elle fait voir pourquoi un corps cesse d'être combustible dès que son attraction pour l'oxigène est complètement satisfaite; pourquoi il rede-

---

l'air vital perd plus ou moins son état élastique, pendant que le corps qui brûle, loin d'éprouver une diminution dans ses dimensions, passe ordinairement dans une combinaison qui est beaucoup plus dilatée qu'il n'étoit; si l'on considère que la chaleur qui se dégage est relative aux quantités d'air vital qui se combine; et que l'on retrouve dans les combinaisons de l'oxigène où il s'est produit peu de chaleur, une grande quantité de calorique qui peut ensuite s'en dégager, comme dans le nitre et le muriate oxigéné de potasse, l'on conviendra que cette théorie est au moins probable et satisfaisante.

» Parmi les corps qui peuvent contribuer le plus à la chaleur, le gaz hydrogène doit certainement tenir le premier rang: or la théorie qui attribue principalement à l'air vital la chaleur qui se dégage dans sa combustion, s'applique même à celle de ce gaz ».

Digitized by Google

vient combustible dès que l'oxigène lui a été enlevé par un autre corps qui a plus d'attraction pour ce principe. Elle explique de la manière la plus satisfaisante l'augmentation du poids du corps brûlé, son changement d'état, le méphitisme de l'air atmosphérique après la combustion, la flamme, la chaleur, la raréfaction qui ont lieu dans toute combustion qui se fait par le concours de l'air. Il nous reste à jeter un coup-d'œil rapide sur la doctrine du phlogistique qui, malgré les vives secousses que la chimie moderne vient de lui faire essuyer, compte encore quelques chimistes au nombre de ses partisans.

1083. Parmi les anciens chimistes qui se sont occupés de la combustion, Sthaal est celui qui paroît y avoir le plus réfléchi. Le résultat de ses profondes recherches l'a conduit à attribuer ce phénomène au feu fixé dans les corps qui jouissent de la combustibilité. Il a prétendu que leur combustion n'est autre chose que le dégagement du feu et son passage à l'état de liberté. Tous les corps inflammables contiennent donc, suivant Sthaal, le feu fixé ou combiné, qu'il appelle phlogistique, et qui est, selon lui,

Digitized by Google

l'unique principe de leur inflammabilité. Il regarde ce principe comme parfaitement identique dans toutes les substances qui le renferment, quelle que soit leur nature. Il suffit qu'elles soient combustibles pour qu'il y reconnoisse la présence d'une grande quantité de feu fixé ou de phlogistique. Ainsi, suivant Sthaal, le soufre, le charbon, les métaux, les huiles, le phosphore doivent leurs propriétés à la présence du feu fixé, et s'ils présentent des différences relativement à la forme, la pesanteur, la couleur, &c. ces différences ont pour cause les principes divers auxquels le phlogistique est combiné.

Un long détail sur cette théorie et sur les difficultés qu'on lui oppose, nous feroit franchir les bornes que notre plan nous prescrit. Nous nous contenterons d'observer que Sthaal n'a jamais défini d'une manière exacte et rigoureuse ce qu'il appelle phlogistique ; qu'il n'a fait aucune attention à la nécessité du gaz oxigène dans la combustion, et qu'il paroît avoir ignoré que ce fluide aériforme y a la plus grande influence. Aussi n'a-t-il pas prévu une objection qui est l'écueil inévitable de la théorie qu'il propose.

1084. Si la combustion consiste dans le

Digitized by Google

dégagement du phlogistique, il est évident que c'est une décomposition dans laquelle le corps combustible perd un de ses principes : or, comment peut-il arriver qu'une substance dont un des principes se dissipe, ait un poids plus considérable après cette perte qu'elle n'en avoit auparavant. Les physiciens modernes ont senti toute la force de cette objection, et l'impossibilité où ils se trouvent d'y répondre en admettant la théorie de Sthaal, telle que son auteur nous l'a transmise. Aussi les partisans de cette doctrine ont-ils tâché de la rectifier, en substituant au phlogistique de Sthaal la base du gaz hydrogène qui se trouve, selon eux, dans toutes les substances combustibles. Ils prétendent qu'à mesure que la combustion s'opère, l'hydrogène se dégage, se combine avec le gaz oxigène, et que l'air fixe qui, selon eux, est le résultat de cette combinaison, se précipite dans le corps ignescent et augmente son poids.

1085. Pour détruire cette explication, il suffit d'observer qu'aucun fait n'atteste la présence de l'hydrogène concret dans le soufre, le phosphore, le charbon et les substances métalliques. L'existence de l'hydro-

Digitized by Google

gène dans tous les corps combustibles est donc une pure supposition dénuée de preuve et de fondement. Et pourquoi recourir à un principe hypothétique pour expliquer des phénomènes dont l'explication, puisée dans la nouvelle théorie, repose sur des faits et des expériences ? Mais quand même il seroit démontré que l'hydrogène est un principe commun à toutes les substances combustibles, il ne resteroit pas moins prouvé que c'est l'air qui est le véritable combustible, que c'est lui qui fournit en grande partie le calorique et la lumière pendant l'acte de la combustion; et la doctrine du phlogistique n'en seroit pas moins obligée d'emprunter les secours de la nouvelle théorie pour expliquer les phénomènes de la calcination et de la combustion.

CHAPITRE II.

De la respiration.

1086. La respiration est un acte par lequel nous aspirons et nous expirons ensuite une portion de la masse d'air dans laquelle nous vivons.

Digitized by Google

Les anciens philosophes ont connu ce phénomène et ont tenté de l'expliquer. Mais tous leurs efforts se sont bornés à des hypothèses plus ou moins brillantes que l'imagination a enfantées, et que la raison a condamnées à l'oubli.

Les découvertes modernes peuvent seules, dans l'état actuel de nos connoissances, nous éclairer sur cette fonction importante du corps humain. Quelques principes vont servir de base à notre explication.

Premier principe.

1087. Les animaux ne peuvent vivre sans le secours de l'air atmosphérique. Ce principe est généralement reconnu.

Deuxième principe.

1088. L'air atmosphérique est un mélange de deux substances distinctes, l'oxigène et l'azote, fluidifiées par le calorique, et formant alors un surcomposé homogène.

Cette vérité repose sur des faits incontestables, que nous avons développés en parlant des propriétés chimiques de l'air atmosphérique, n°. 816 et les suivans.

Digitized by Google

Troisième principe.

1089. La propriété qu'a l'air de servir à la respiration, n'est due qu'à la partie oxigénée de l'air atmosphérique.

L'air atmosphérique est un mélange de gaz azote et de gaz oxigène. Nous avons démontré que le gaz azote est impropre à la respiration. La faculté qu'a l'air de servir à cette fonction du corps humain, n'est donc due qu'à la partie oxigénée de l'air atmosphérique.

Quatrième principe.

1090. L'eau est composée des bases du gaz hydrogène et du gaz oxigène.

Cinquième principe.

1091. Il se forme de l'eau dans l'acte de la respiration.

Lavoisier mit un cochon d'inde dans une cloche pleine d'air atmosphérique et renversée sur le mercure. Il recueillit ensuite le gaz acide carbonique qui se forma pendant cette opération ; et après avoir déterminé la quantité de gaz oxigène qui entroit dans sa

Digitized by Google

composition, il reconnut qu'elle ne formoit que les quatre cinquièmes environ du volume de l'air qui avoit été consumé. « Il est donc évident, conclut ce physicien, qu'indépendamment de la portion du gaz oxigène qui a été convertie en gaz acide carbonique, une portion de celui qui est entré dans les poumons n'en est pas ressortie dans l'état aériforme : d'où il résulte que, pendant la respiration, il se passe de deux choses l'une, ou qu'une portion de gaz oxigène s'unit avec le sang, ou bien qu'elle se combine avec une portion d'hydrogène pour former de l'eau ». Cette dernière opinion est préférable, et voici des motifs bien propres à décider la préférence.

1092. Il est connu depuis long-temps que le sang, pendant sa circulation, éprouve un changement remarquable de couleur ; que, lorsqu'il passe dans les veines capillaires, il prend une teinte livide et foncée, qui bientôt s'éclaircit et devient d'un beau rouge vermeil lorsqu'il traverse les poumons. Mais on ignoroit la cause de ce phénomène. Cigna et Priestley ont les premiers jeté quelque clarté sur cet objet. Ces deux physiciens observèrent qu'en exposant du sang

Digitized by Google

veineux et du sang artériel à du gaz oxigène et à du gaz hydrogène, on opéroit le même effet. Seguin a répété ces expériences, et il a reconnu que le sang artériel mis en contact avec du gaz hydrogène, absorbe ce fluide, et prend la couleur livide et foncée du sang veineux; tandis que ce dernier, mis en contact avec du gaz oxigène, le convertit en partie en gaz acide carbonique, et acquiert alors la couleur vermeille du sang artériel. Le docteur Priestley a trouvé que ces effets ont également lieu lorsqu'on interpose une vessie mince entre le sang et les gaz.

1093. Les expériences du docteur Hamilton sont aussi très-concluantes. Il fit trois ligatures à la veine jugulaire d'un chat. Ayant retiré le sang compris entre deux de ces ligatures, il y introduisit du gaz hydrogène et l'y retint en fermant l'ouverture par laquelle il l'avoit introduit. Il défit alors la ligature du milieu, et le sang compris entre celle-ci et la troisième, se trouva en contact avec le gaz hydrogène. Au bout d'une heure, le sang avoit acquis une couleur presqu'aussi foncée que de l'encre.

1094. Il fit au même instant deux liga-

Digitized by Google

tures à la veine crurale du même animal, et y intercepta, pendant une heure à-peu-près, la même quantité de sang que dans l'expérience précédente; l'ayant retirée, il ne la trouva pas, à beaucoup près, aussi foncée en couleur que la première.

1095. Ces expériences démontrent que le sang artériel éprouve dans les veines capillaires le même changement de couleur que lorsqu'il est exposé au gaz hydrogène : d'où on peut conclure, avec Lavoisier et Crawford, 1°. que le changement de couleur que le sang artériel éprouve dans les veines, provient de sa combinaison avec une nouvelle quantité d'hydrogène; 2°. qu'en passant dans les poumons, le sang veineux reprend une couleur vermeille, parce qu'il cède au gaz oxigène une portion de son hydrogène; 3°. enfin, que pendant l'acte de la respiration, une portion du gaz oxigène qui est reçu dans les poumons, se combine avec le gaz hydrogène dégagé du sang, et forme de l'eau.

1096. En vain objecteroit-on que le gaz hydrogène et le gaz oxigène ne se combinent que lorsqu'on leur présente un corps enflammé. Les expériences de Berthollet prou-

Digitized by Google

vent en effet que l'hydrogène, lorsqu'il est prêt à se fluidifier (ou, ce qui revient au même, l'hydrogène n'ayant que très-peu d'adhérence avec le corps auquel il est combiné), est capable de s'unir avec le gaz oxigène à la température ordinaire de l'atmosphère. Il est évident que, dans cette circonstance, la combinaison de l'oxigène et de l'hydrogène n'est pas contrariée par l'attraction du calorique pour l'hydrogène, puisque les matières animales ne contiennent pas du gaz hydrogène, mais seulement de l'hydrogène.

Sixième principe.

1097. Pendant l'inspiration, une grande partie de l'oxigène qui entre dans la composition de l'air atmosphérique se change, dans nos poumons, en gaz acide carbonique.

Si on fait passer le gaz qui sort des poumons à travers l'eau de chaux, elle se trouble : si on le reçoit à travers la teinture de tournesol, elle rougit ; et si on substitue de l'alkali pur à la teinture de tournesol, il devient effervescent. Tous ces faits garantissent la vérité de ce principe.

Digitized by Google

1098. Et qu'on ne dise pas que l'absence du carbone dans les poumons devroit empêcher la formation du gaz acide carbonique. En effet, tout le gaz hydrogène retiré des matières animales, tient en dissolution du carbone : d'où il résulte que tandis qu'une portion du gaz oxigène qui est reçu dans les poumons, se combine en partie avec l'hydrogène dégagé du sang pour former de l'eau, le carbone tenu en dissolution par l'hydrogène, se combine avec une autre partie du gaz oxigène pour former le gaz acide carbonique. Il est important de remarquer que si les molécules du carbone n'étoient point divisées par cet état de dissolution dans l'hydrogène, elles ne pourroient se combiner avec la base du gaz oxigène qu'à la température de 150 degrés environ du thermomètre de Réaumur.

1099. Ces principes réunis jettent la plus grande clarté sur le phénomène de la respiration. Il est aisé d'en conclure que ce phénomène a pour cause la décomposition d'une partie du gaz oxigène que nous aspirons. Il résulte de cette décomposition, l'oxigène, qui en est la base, et le calorique, qui donnoit à cette base la fluidité aériforme. Cet

Digitized by Google

oxigène se combine en partie avec l'hydrogène dégagé du sang pour former de l'eau, et en partie avec le carbone tenu en dissolution par l'hydrogène pour former du gaz acide carbonique.

Mais que devient le calorique? Nous trouverons dans le chapitre qui suit la solution de ce problême.

CHAPITRE III.

De la chaleur animale.

1100. Les belles expériences du docteur Crawford sur la chaleur, ne nous permettent pas de douter que le gaz oxigène ne contienne une grande quantité de calorique. Il résulte de cette vérité que tandis que, dans l'acte de la respiration, la base du gaz oxigène se combine en partie avec l'hydrogène dégagé du sang pour former de l'eau, et en partie avec le carbone tenu en dissolution par l'hydrogène pour former de l'acide carbonique, le calorique se dégage en abondance. Une portion de ce calorique, abandonné par la base du gaz oxigène, est employée à donner à l'acide carbonique la flui-

Digitized by Google

dité aériforme : l'autre portion passe dans le sang pour lui donner le degré de chaleur et de fluidité qui lui conviennent. C'est à ce passage du calorique que nous devons le dédommagement des pertes de ce fluide, que nous ne cessons d'éprouver de la part de l'atmosphère et des corps environnans.

Cette explication du phénomène de la chaleur animale a été d'abord proposée comme un simple soupçon. Des faits multipliés, des expériences bien constatées n'ont pas tardé à le réaliser. Nous nous bornerons sur cet objet, aux observations suivantes, qui nous paroissent décisives.

Première observation.

1101. Il n'y a d'animaux chauds dans la nature, que ceux qui respirent habituellement.

Seconde observation.

1102. Parmi les animaux qui respirent habituellement, ceux dont les poumons sont plus considérables, relativement à leur volume, ont aussi une plus haute température.

1103. Ces observations, dont aucun physicien ne conteste l'exactitude, suffisent sans

Digitized by Google

doute pour prouver que la chaleur animale dépend de la décomposition du gaz oxigène dans les poumons, et du passage du calorique dans le sang; mais comment la température de chaque individu peut-elle se maintenir au même degré depuis le centre jusqu'aux extrémités? Les travaux de Seguin ont jeté beaucoup de jour sur cette question importante.

1104. Pour saisir facilement l'explication que ce physicien a donnée de ce phénomène, il est nécessaire de rapprocher quelques principes que nous avons établis en parlant du calorique, n°. 661.

1105. Nous avons vu que pour élever du même nombre de degrés la température de deux corps hétérogènes égaux en masse, il faut presque toujours leur communiquer d'inégales quantités de calorique; et nous nous sommes servis pour exprimer ces différences, de l'expression : *Capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules.* Si, par exemple, deux corps égaux en masse ont une température de 10 degrés, et s'il faut, pour les élever à une température de 40 degrés, communiquer à l'un une quantité de calorique double de celle qu'il

Digitized by Google

faut communiquer à l'autre, nous disons alors que la capacité du premier est à celle du second depuis le dixième degré jusqu'au quarantième, comme 2 à 1. Ainsi *la capacité d'un corps pour admettre le calorique entre ses molécules, est une mesure indicative de la quantité de calorique qu'il faut lui communiquer comparativement à celle qu'il faut communiquer à un autre corps égal en masse et ayant la même température, pour les élever, l'un et l'autre, du même nombre de degrés.*

1106. Le docteur Crawford a démontré que la capacité du sang artériel est à celle du sang veineux, comme 11,5 sont à 10, à-peu-près; c'est-à-dire que si, pour élever la température d'un demi-kilogramme (environ une livre) de sang artériel depuis le 0 du thermomètre jusqu'au trentième degré, il faut lui communiquer une quantité de calorique représentée par le nombre 11,5, il faudra, pour produire le même effet dans un demi-kilogramme (environ une livre) de sang veineux, ne lui communiquer qu'une quantité de calorique représentée par le nombre 10.

A l'aide de ces principes, il sera aisé d'ex-

Digitized by Google

pliquer d'une manière satisfaisante la permanence de température, à-peu-près constante, qu'on observe dans toutes les parties de notre système.

1107. L'attraction de l'hydrogène carboné pour l'oxigène, étant plus forte que les attractions réunies de l'oxigène pour le calorique, et de l'hydrogène carboné pour le sang, le gaz oxigène se décompose pendant l'inspiration, et alors il abandonne une partie de son calorique qui s'unit au sang, dont la capacité se trouve augmentée par la perte d'une portion de son hydrogène carboné; mais le sang artériel, en circulant ensuite, reçoit du système qui est toujours dans un état plus ou moins putrescent, une certaine quantité d'hydrogène carboné, et pendant ce changement, sa capacité se trouvant diminuée, il abandonne une portion du calorique qu'il avoit absorbé dans les poumons. Ce calorique se reporte alors sur les humeurs environnantes, et élève leur température d'une manière à-peu-près uniforme. Ainsi, c'est au changement du sang veineux en sang artériel, et ensuite du sang artériel en sang veineux, que nous devons attribuer la permanence de température, presque

Digitized by Google

constante, qu'on observe dans toutes les parties de notre système.

1108. Seguin a étendu plus loin les conséquences qu'on peut tirer de ces principes. Le frisson, dit-il, qu'on éprouve au commencement des fièvres, est précédé d'un état de langueur, d'un sentiment de débilité, et d'une diminution dans la force de contraction du cœur et des artères. Le pouls étant dans cette circonstance plus foible qu'à l'ordinaire, la quantité de sang qui passe dans les poumons dans un temps donné, diminue; il y a donc moins de gaz oxigène décomposé, et conséquemment moins de calorique communiqué à tout le système. Mais bientôt il se forme un spasme à la surface de la peau, le sang se porte au cœur avec abondance, les contractions sont plus fréquentes, la circulation s'accélère, la quantité de gaz oxigène décomposée se trouve augmentée, et la communication du calorique à tout le système, suit le même rapport.

1109. Dans les fièvres putrides, continue ce physicien, il faut ajouter encore à l'accélération de la circulation et de la respiration, l'état putrescent du système, qui augmente la dose d'hydrogène carboné que

Digitized by Google

contient ordinairement le sang veineux. Il est probable que c'est par cette raison que la température du corps humain n'est jamais plus élevée que dans cette espèce de fièvre. Il est bon d'observer que si quelque cause particulière ne diminuoit pas cette grande augmentation de température, l'animal périroit promptement; mais l'évaporation rapide, et la communication considérable d'une certaine quantité de calorique à l'air environnant, sont deux moyens que la nature emploie avec succès pour arrêter cet accident.

1110. Lavoisier a cru trouver dans la même cause l'origine de la chaleur qu'occasionne un mouvement violent. Lorsqu'on fait, dit-il, un violent exercice, lorsqu'on porte un pesant fardeau, lorsqu'on gravit une montagne, &c. &c. la circulation du sang est accélérée; il en passe par les poumons une plus grande quantité dans un temps donné : il y a donc une plus grande masse de gaz oxigène décomposée, et par conséquent un plus grand dégagement de calorique qui se communique au sang.

Plus ces deux dernières explications sont séduisantes, plus un physicien sage et attentif doit se tenir en garde contre l'écueil dan-

Digitized by Google

gereux d'une adhésion précipitée. Elles reposent sur des faits dont l'existence est contestée par Lamétherie, qui prétend (Journal de physique, cahier de janvier 1791, pag. 26), 1°. que la respiration est souvent beaucoup plus précipitée dans le frisson des fièvres intermittentes, que dans l'état naturel; 2°. que la respiration n'est pas plus accélérée lorsqu'on éprouve la chaleur produite par la fièvre ou tout autre exercice violent, que dans l'état naturel. Ce conflit de témoignages doit engager les physiciens à vérifier ces faits; et c'est le résultat de cette vérification qui servira à détruire ou à confirmer ces explications ingénieuses.

CHAPITRE IV.

De la végétation.

1111. La végétation est un phénomène qui consiste dans la formation, l'accroissement et la perfection de tous les corps de la nature qu'on connoît sous le nom de végétaux.

1112. La vie et l'accroissement sont les traits principaux qui caractérisent ces êtres

Digitized by Google

organisés fixés à la surface de la terre : ils diffèrent des animaux, en ce qu'ils n'ont ni mouvement ni sensibilité; et on les distingue des minéraux, en ce qu'ils se nourrissent par intus-susception, et qu'ils élaborent les sucs destinés à leur accroissement.

1113. Les anciens n'ont eu que des idées fausses ou obscures sur cet important phénomène. Ils croyoient assez généralement que la terre, dans laquelle on voit végéter les plantes, étoit leur nourriture favorite, et qu'elle contribuoit par elle-même à la formation de leur substance.

1114. Les expériences de Vanhelmont et de Boyle dissipèrent ces funestes erreurs. Le premier planta un saule pesant 25 kilogr. (50 liv.) dans une caisse couverte d'une platine d'étain, contenant 50 kilogr. (100 liv.) de terre, qu'il avoit soin d'arroser avec de l'eau bien pure. L'arbre poussa vigoureusement, et au bout de cinq ans, il pesoit 85 kilogr. (170 liv.). La terre n'avoit perdu que 60 grammes (2 onces) de son poids.

1115. Boyle sema de la graine de courge dans une terre qu'il avoit fait sécher au four, et l'arrosa avec de l'eau très-pure : il obtint une courge du poids de 1 $\frac{1}{2}$ kilogr. (3 liv.), et

Digitized by Google

une du poids de 7 kilogr. (14 liv.). La terre pesée de nouveau, n'avoit pas perdu sensiblement de son poids.

1116. Plusieurs physiciens ont répété avec le même succès ces sortes d'expériences. Eller rapporte, dans les Mémoires de l'académie de Berlin, année 1746, qu'ayant mis une graine de citrouille dans 8 kilogr. (environ 16 liv.) de terre, il eut à la fin de l'automne deux citrouilles pesant, avec la plante, environ 12 kilogr. (24 liv.), qui avoient laissé, en brûlant, 160 grammes (5 onces quelques grains) de cendre, et que la terre, desséchée comme la première fois, n'avoit perdu que 15 grammes (demi-once).

1117. Bonnet a obtenu des fleurs très-odorantes et des fruits exquis, en faisant végéter les plantes dans de la mousse humectée.

1118. Nous voyons journellement élever des plantes bulbeuses, de même que des graminées, dans des bouteilles ou des soucoupes où l'on n'entretient que de l'eau.

1119. Tous ces faits réunis nous conduiduisent à conclure que la terre n'est pas l'aliment favori des végétaux, qu'elle n'est pas même nécessaire à la végétation, et qu'elle n'influe sur la production des plantes, qu'au-

Digitized by Google

tant qu'elle sert, pour ainsi dire, d'éponge propre à conserver à leurs racines la fraîcheur et l'humidité convenables à la végétation.

1120. S'il est vrai que la terre ne fournit pas aux plantes la matière de leur accroissement, elles doivent la recevoir principalement de l'eau et de l'air qui les entourent. Tous les physiciens sont d'accord, depuis long-temps, sur cet article; mais c'est à la chimie moderne que nous devons de connoître comment ces deux fluides contribuent à la production des principes qui constituent les végétaux.

1121. Pour apprécier toute cette influence, il est nécessaire de remarquer que dans la décomposition des végétaux à la distillation, on obtient toujours du gaz acide carbonique qui n'y existoit pas tout formé. Le carbone fait donc partie des élémens de tous les végétaux. Tout le monde sait que l'huile est très-abondante dans le règne végétal: l'hydrogène est donc encore un des principes constitutifs des végétaux, puisqu'il est rigoureusement démontré qu'il est partie essentielle de l'huile. La plupart des végétaux ont aussi un acide déterminé, indépendam-

Digitized by Google

ment de celui qu'ils produisent quand on l'extrait à la cornue : ils contiennent donc l'oxigène, qui est le principe acidifiant. Quelques plantes, telles que la crucifère, donnent à la distillation de l'ammoniaque, et alors elles possèdent nécessairement de l'azote, comme nous le démontrerons bientôt.

1122. Le carbone, l'hydrogène et l'oxigène sont donc les trois élémens qui composent principalement tous les végétaux. L'azote ne convient qu'à quelques plantes privilégiées.

1123. Or, comment peut-il se faire que l'air et l'eau concourent à la formation de ces produits? Sennebier prétend que dans l'acte de la végétation, les plantes reçoivent le carbone du gaz acide carbonique, dont l'air et l'eau qui les entourent ne sont jamais entièrement dépourvus. Elles prennent l'hydrogène à l'eau qu'elles ont la propriété de décomposer, comme le gaz acide carbonique. Il n'est pas difficile d'assigner la source de la portion d'oxigène qui doit entrer dans la composition des principes de ces êtres organisés, puisque la décomposition de l'eau en fournit une quantité considérable qui les environne sans cesse. Enfin l'azote qui fait partie constituante de quelques plantes, leur

Digitized by Google

est fourni par la putréfaction des substances animales qui se trouvent mêlées avec la terre sur laquelle les plantes sont fixées.

Mais dans quelles circonstances les plantes qui végètent ont-elles la propriété de décomposer l'eau et le gaz acide carbonique ? Nous allons rapporter les expériences sur lesquelles Sennebier fonde son opinion sur cet article. C'est un fait appuyé sur des expériences multipliées du docteur Ingenhousz, et d'un grand nombre d'autres physiciens, que les plantes répandent dans l'atmosphère une quantité considérable de gaz oxigène. Mais cette propriété ne leur convient que lorsqu'elles sont exposées à la lumière et au contact des rayons du soleil. La lumière solaire a donc une grande influence sur la décomposition de l'eau par le moyen des plantes qui végètent. C'est elle qui, tandis que les plantes s'emparent de l'hydrogène de l'eau, en attire puissamment l'oxigène, se combine avec cette substance, lui donne la fluidité aériforme, et facilite ainsi son évasion dans l'atmosphère pour réparer les pertes que fait essuyer à la pureté de l'air atmosphérique la respiration des animaux. On ne peut révoquer en doute cette

Digitized by Google

vérité, si l'on fait attention, 1°. que l'eau est la seule substance qui puisse fournir aux végétaux l'hydrogène qui entre dans leur composition; 2°. que les pois dégagent du gaz hydrogène dans l'acte de la germination, d'après les observations de Sennebier et Huber; 3°. que les plantes rendent beaucoup moins d'eau par l'évaporation, qu'elles n'en sucent par leurs racines, comme l'attestent les expériences multipliées de Sennebier; 4°. que l'ombre change entièrement la propriété qu'ont les plantes de purifier l'atmosphère. Elles ne donnent que du gaz acide carbonique lorsqu'elles sont privées du contact de la lumière. Cette privation met obstacle à la décomposition de l'eau. Ce liquide est alors absorbé en entier par les plantes, qui deviennent blanches, fades, étiolées, et qui contiennent beaucoup moins de matière colorée, combustible ou huileuse que celles qui sont frappées par la lumière solaire (1).

---

(1) Huber a observé qu'à l'obscurité, des plantes exposées à un courant d'air ont été verdies.

Sennebier attribue l'étiolement des plantes à la décomposition de l'acide carbonique qu'il admet dans les

Digitized by Google

1124. Sennebier pense que le gaz acide carbonique est aussi décomposé par la lumière solaire dans l'acte de la végétation, et que c'est à cette décomposition qu'est dû en grande partie le gaz oxigène que les plantes versent dans l'atmosphère. Voici les expériences les plus concluantes en faveur de cette opinion. Ce physicien chargea d'abord l'eau de gaz acide carbonique en diverses proportions, et plaça dans cette eau des feuilles, qu'il exposa au soleil. Il fit la même expérience avec l'eau commune et l'eau dépouillée par l'ébullition de tout l'air qu'elle contient. Les feuilles exposées dans l'eau bouillie, au soleil, ne donnèrent point d'air; celles qui furent mises ainsi dans l'eau commune, fournirent une petite quantité d'air; et toutes celles qui furent placées dans l'eau plus ou moins chargée de gaz acide carbonique, en laissèrent échapper beaucoup plus.

1125. Pour donner à ses preuves plus de force et de vigueur, Sennebier chercha si

---

plantes. Il applique les mêmes principes à l'explication de la maturité des fruits. Voyez sa *Physiologie végétale*.

Digitized by Google

l'eau chargée de gaz acide carbonique, qui avoit favorisé une si grande production de gaz oxigène pendant une journée, produiroit le même effet dans le jour suivant; mais il trouva que le pouvoir de cette eau étoit fort diminué, et qu'il se perdoit bientôt tout-à-fait quand on continuoit à exposer des feuilles au soleil dans cette même eau, qui étoit enfin réduite à l'état d'eau bouillie par la perte de son gaz acide carbonique. Il établit le même fait plus promptement; il supprima l'influence de l'eau aérée sur les feuilles, en la mêlant avec une quantité d'eau de chaux suffisante pour lui ôter tout son gaz acide carbonique, ou en la faisant seulement bouillir: alors les feuilles qu'il y exposa au soleil ne produisirent plus du gaz oxigène, comme auparavant: il rendit cependant à cette eau sa première propriété, de même qu'à l'eau bouillie, en y introduisant peu à peu ou tout à-la-fois une certaine quantité de gaz acide carbonique.

1126. Ces expériences ne présentent que trois objets à considérer dans le récipient plein d'eau aérée, quand on y a placé une feuille au soleil: *l'eau, le gaz acide carbonique et la feuille.* L'eau n'est pas la source

Digitized by Google

de tout ce gaz oxigène, puisque les feuilles ne donnent presque pas de gaz oxigène au soleil dans l'eau distillée ou dans celle qui est bien bouillie. Ce n'est pas la feuille, puisque, dans le cas dont nous venons de parler, les feuilles ne fournissent point d'air. Puis donc qu'il faut donner l'exclusion à ces deux substances, parce qu'elles ne peuvent être la cause du gaz oxigène recueilli, quand on expose les feuilles sous l'eau aérée au soleil, il faut reconnoître que le gaz acide carbonique contenu dans cette eau est vraisemblablement la cause productrice de ce gaz oxigène.

1127. Ces preuves acquièrent plus de force quand on réfléchit sur l'expérience suivante, que nous devons au même physicien. Des feuilles de framboisier épuisées d'air par la pompe pneumatique, sous l'eau bouillie, et passées ensuite sous un récipient plein d'eau aérée, sans avoir été en contact avec l'air commun, ont fourni environ seize fois plus de gaz oxigène que la pompe n'en avoit extrait d'air dans le vide.

1128. Ainsi donc, puisque ces feuilles privées d'air donnent au soleil du gaz oxigène dans l'eau aérée, il en résulte que le

Digitized by Google

gaz oxigène doit avoir été produit par le gaz acide carbonique contenu dans l'eau.

1129. Sennebier tire des expériences que nous venons de rapporter, les conséquences suivantes : 1°. le gaz oxigène produit par les feuilles mises sous l'eau aérée au soleil, est sans doute élaboré par elles, puisque l'eau aérée, exposée seule au soleil sous un récipient qu'elle ferme, ne donne point d'air; 2°. le gaz acide carbonique étant composé d'oxigène et de carbone, on conçoit aisément comment le gaz acide carbonique peut produire le gaz oxigène fourni par *les feuilles* exposées au soleil dans l'eau aérée. Cet effet est dû à la lumière qui se combine avec l'oxigène, de même que le calorique, avec lequel elle a beaucoup de traits de ressemblance. D'un autre côté, le carbone qui a peu d'attraction pour la lumière, se fixe dans la plante pour se combiner avec elle, et former ainsi les huiles, les résines, &c.

1130. Quelle est la source où les plantes qui végètent en plein air peuvent puiser le gaz acide carbonique? Il paroît, 1°. qu'il s'y introduit dissous dans l'eau, par le moyen des racines qui le sucent avec la sève qui y monte; 2°. par la rosée et les brouillards qui

Digitized by Google

se déposent sur les feuilles. Ces eaux, qui les recouvrent, s'emparent alors de la petite quantité de gaz acide carbonique contenu dans l'atmosphère, et les feuilles le décomposent à l'aide de la lumière. Les expériences de Sennebier et de Morozzo semblent donner du poids à cette conjecture; elles se réunissent pour établir que la rosée et les brouillards contiennent du gaz acide carbonique.

1131. Il est aisé de conclure de ce que nous avons dit, que l'eau et le gaz acide carbonique sont décomposés dans l'acte de la végétation. L'hydrogène de l'eau et le carbone du gaz acide passent dans la plante avec une certaine quantité d'oxigène, pour former ses principes constitutifs, tandis que le reste de l'oxigène fluidifié par le calorique et la lumière, s'échappe dans l'atmosphère.

1132. Hassenfrats ne partage pas l'opinion de Sennebier sur la formation du carbone dans les plantes. Ce physicien a publié, dans les Annales de Chimie, plusieurs mémoires sur cette importante question. Il fait voir, dans le premier, que les plantes qui croissent dans l'eau et dans l'air seuls, n'augmentent de volume et de poids que

Digitized by Google

par le concours de l'eau seule ; qu'elles ne contiennent, après leur développement, qu'une quantité de carbone un peu moindre que celle qui étoit dans leur élément.

1133. Dans le second, il prouve que l'augmentation de carbone dans les plantes qui croissent dans la terre, n'est point produite par de l'acide carbonique décomposé, et que l'acte de la végétation n'est pas le moyen que la nature emploie pour décomposer l'acide carbonique, et redonner à l'atmosphère le gaz oxigène qui est employé dans tous les instans à la formation de cet acide, par la combustion et la respiration.

1134. Enfin, dans le troisième, il s'occupe de connoître le procédé employé par la nature pour augmenter le carbone dans les plantes. De toutes les manières d'expliquer l'accroissement du carbone dans ces êtres organisés par l'acte de la végétation, celle qui lui semble avoir un rapport plus direct avec les engrais, celle qui lui paroît s'accorder le mieux avec tous les faits connus, est la dissolution du charbon dans l'eau, sucé ensuite par les racines et déposé dans l'intérieur des plantes. Nous regrettons que les bornes que nous nous sommes prescri-

Digitized by Google

tes ne nous permettent pas de rapporter plusieurs expériences qui l'ont conduit à cette conclusion. Nous renvoyons nos lecteurs, pour cet objet, aux Annales de Chimie, tom. XIV, année 1792.

1135. Malgré ce conflit d'opinions, il nous paroît vraisemblable que le gaz acide carbonique éprouve une décomposition par l'action de la lumière, combinée avec celle des autres principes qui se trouvent dans les végétaux, et que de-là vient une partie du charbon qui entre dans la composition des végétaux.

L'eau et l'air ne sont pas les seuls fluides qui concourent à la végétation des plantes. Nous verrons dans la suite que le fluide électrique, et peut-être même le fluide magnétique, jouent un rôle dans cet important phénomène.

Digitized by Google

CHAPITRE V.

De la Fermentation.

APRÈS avoir expliqué le phénomène de la végétation des plantes, il nous reste à chercher la cause des altérations qu'elles éprouvent dans différentes circonstances. Ces altérations sont dues à un phénomène particulier, que l'on appelle fermentation, et dont les découvertes modernes nous fournissent une explication satisfaisante.

1136. La fermentation est un mouvement spontané qui s'excite dans un végétal, et qui en change totalement les propriétés. Ce mouvement est propre aux fluides des corps organisés, et il n'y a que les substances élaborées par le principe de la vie végétale ou animale qui en soient susceptibles.

1137. On distingue trois espèces de fermentation; la fermentation vineuse, la fermentation putride, et la fermentation acéteuse. Nous ferons voir en peu de mots quels sont les phénomènes particuliers qui les distinguent.

1138. Personne n'ignore l'art de faire le

Digitized by Google

vin, et en général toutes les liqueurs fermentées. Il consiste à mettre les raisins dans une cuve, à les exposer à une chaleur de plus de 10 degrés, thermomètre de Réaumur; à les écraser, à les fouler, à les agiter et à étendre d'eau le mout qui en résulte, s'il n'a pas assez de fluidité. Alors il s'y excite une fermentation rapide, qui augmente progressivement. Lorsqu'elle a acquis son plus haut degré d'activité, il se produit une chaleur d'environ 18 degrés, suivant Rozier, et il se dégage toujours une quantité considérable de gaz acide carbonique, qui va former au-dessus de la cuve une couche qu'on distingue facilement de l'air. Le suc de raisin, ou le mout, de doux et de sucré qu'il étoit, se change, dans cette opération, en une liqueur vineuse qui ne contient plus de sucre, et dont on peut retirer, par distillation, une liqueur inflammable connue sous le nom d'esprit-de-vin. Cette liqueur étant un produit de la fermentation d'une matière sucrée quelconque, les chimistes modernes ont cru devoir lui enlever cette antique dénomination, pour lui substituer la dénomination plus générale d'alkool, qu'ils ont empruntée des Arabes.

Digitized by Google

1139. Les physiciens ont long-temps agité la question de savoir s'il est avantageux d'égrapper ou non les raisins. Il nous paroît qu'il est inutile de les égrapper lorsqu'ils sont parvenus au plus haut degré de maturité. Ils sont alors très-chargés de matière sucrée; la grappe en tempère la douceur par le principe amer qu'elle donne. Lorsque les raisins ne sont pas bien mûrs, le suc qui en résulte n'est pas très-sucré; la grappe lui donneroit trop d'amertume et de rudesse.

1140. On décuve le vin lorsque tous les phénomènes de la fermentation sont appaisés. Alors la masse s'est affaissée, la couleur est bien développée, la liqueur s'est éclaircie, et la chaleur a disparu. On met le vin dans des tonneaux, où il éprouve une seconde fermentation insensible: il se clarifie, la combinaison des principes s'achève, le goût et l'odeur s'y développent avec plus de force et d'énergie.

1141. Pour rendre les vins mousseux, il ne faut qu'arrêter la fermentation. On empêche ainsi l'évasion du gaz acide carbonique: ce fluide aériforme est pour ainsi dire enchaîné dans la liqueur, qui reçoit de sa présence la propriété de mousser.

Digitized by Google

1142. De ce que nous avons dit, il résulte que l'alkool et le gaz acide carbonique sont les deux produits de la fermentation vineuse. La formation de ces produits a pour cause la décomposition de la substance végétale ou sucrée. Pour bien entendre ce qui se passe dans cette opération, il faut se rappeler ce que nous avons établi dans le chapitre précédent; savoir, que l'hydrogène, le carbone et l'oxigène sont les principes constitutifs des végétaux. Lavoisier pense que les végétaux contiennent ces trois élémens dans un état d'équilibre. La fermentation, en détruisant l'attraction réciproque de ces trois principes, détruit le repos et l'équilibre: l'équilibre rompu, il se forme de nouvelles combinaisons. Une portion d'oxigène s'unit à une portion de carbone pour produire le gaz acide carbonique; l'autre portion d'oxigène, l'autre portion de carbone s'unissent avec l'hydrogène pour former une substance combustible très-légère qui constitue l'alkool.

1143. Dans la fermentation putride, les trois principes constitutifs des végétaux perdent leur équilibre, comme dans la fermentation vineuse; mais le résultat de leur nou-

Digitized by Google

velle combinaison est différent. L'hydrogène se dissipe en entier sous forme de gaz, tandis que l'oxigène se réunit au calorique et au carbone pour produire du gaz acide carbonique : d'où il résulte que la putréfaction des végétaux n'est autre chose qu'une analyse complète des substances végétales, dans laquelle la totalité de leurs principes se dégage sous forme de gaz, à l'exception de la terre, qui reste.

1144. Tel est le résultat de la putréfaction, lorsque les substances végétales fermentent seules; mais la fermentation est alors très-lente et très-difficile. Aussi, pour favoriser la putréfaction, prend-on soin de mélanger les matières animales avec les matières végétales. L'azote que contiennent toujours les matières animales (1) accélère beaucoup la putréfaction. L'introduction de l'azote dans les matières de la putréfaction, ne contribue pas seulement à en hâter les phénomènes, il concourt aussi à la production de l'ammoniaque, qui, comme nous

(1) Les principes constitutifs des matières animales sont l'hydrogène, le carbone, l'oxigène, l'azote et le phosphore.

Digitized by Google

l'avons démontré en traitant de ce fluide aériforme, résulte de la combinaison de l'azote avec l'hydrogène.

1145. La fermentation acéteuse n'est autre chose que l'acidification du vin par l'absorption de l'oxigène. Les preuves de cette vérité ne sont pas équivoques. 1°. Le vin ne peut se convertir en vinaigre qu'autant qu'il a le contact de l'air, et qu'autant que cet air contient du gaz oxigène; 2°. cette opération est accompagnée d'une diminution du volume de l'air dans lequel elle se fait, et cette diminution a pour cause l'absorption de l'oxigène; 3°. enfin on peut transformer le vin en vinaigre, en l'oxigénant d'une manière quelconque.

1146. Le procédé le plus usité pour faire du vinaigre, est encore celui qui nous a été transmis par Boerhaave; il consiste à disposer deux tonneaux dans un atelier chaud; on établit deux claies d'osier à une certaine distance des fonds; on y étend dessus des rafles et des branches de vigne; on remplit de vin un des tonneaux, tandis qu'on ne remplit l'autre qu'à moitié: la fermentation commence dans ce dernier, et lorsqu'elle est bien établie, on la tempère en remplis-

Digitized by Google

sant le tonneau avec le vin du second : la fermentation se développe alors dans le second ; on la rallentit en le remplissant de la même manière ; on continue à vider et à remplir les deux tonneaux, jusqu'à ce que le vinaigre soit bien formé. Douze à quinze jours suffisent pour l'obtenir dans cet état.

1147. Chaptal a observé que de l'eau distillée, imprégnée de gaz vineux, donne du vinaigre au bout de quelques mois. Pour y réussir, il faut placer l'eau sur le chapeau de la vendange : l'eau se sature de gaz acide carbonique, qui a probablement entraîné une partie du mucilage, seul principe propre à subir la fermentation acéteuse.

FIN DU TOME SECOND.

Digitized by Google

TABLE DES CHAPITRES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

LIVRE IV.

De l'Affinité ou de l'Attraction chimique.

CHAPITRE PREMIER. Définition, théorie et loix de l'affinité ou de l'attraction chimique.... page 1
CHAP. II. Application de la théorie de l'attraction chimique au phénomène des tubes capillaires. 18
CHAP. III. Des phénomènes d'attraction ou de répulsion apparentes que présentent certains corps flottans sur la surface d'un fluide..... 28
CHAP. IV. Du phénomène de la cristallisation... 41

LIVRE V.

Du Calorique.

CHAPITRE PREMIER. Des propriétés du calorique et des loix qui le maîtrisent..... page 55
CHAP. II. De l'influence du calorique sur la formation des corps solides, liquides et aériformes..... 87

Digitized by Google

LIVRE VI.

De la Porosité, de la Compressibilité et de l'Elasticité.

CHAPITRE PREMIER. De la porosité..... page 105
CHAP. II. De la compressibilité..... 112
CHAP. III. De l'élasticité..... 115

LIVRE VII.

De l'Air atmosphérique.

PREMIÈRE PARTIE.

Des propriétés physiques de l'Air atmosphérique.

CHAPITRE PREMIER. De la pesanteur de l'air atmosphérique..... page 134
CHAP. II. De l'élasticité de l'air atmosphérique.. 155
CHAP. III. Du son..... 172

LIVRE VII.

SECONDE PARTIE.

Des propriétés chimiques de l'Air atmosphérique.

CHAPITRE PREMIER. De la nature de l'air atmosphérique..... page 190
CHAP. II. Du gaz respirable qui forme le quart de l'air atmosphérique, ou du gaz oxigène..... 204
CHAP. III. Du gaz azote..... 219

Digitized by Google

LIVRE VIII.

De l'Eau.

PREMIÈRE PARTIE.

De l'Eau considérée dans ses différens états d'agrégation.

CHAPITRE PREMIER. De l'eau à l'état de solide ou de la glace..... page 229
CHAP. II. De l'eau à l'état de liquide..... 234
CHAP. III. De l'eau à l'état de vapeur..... 250

LIVRE VIII.

SECONDE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER. De la nature de l'eau... page 258
CHAP. II. Art. I. Du gaz hydrogène, ou gaz inflammable pur..... 284
Art. II. Du gaz hydrogène phosphoré, ou du gaz phosphorique..... 299
Art. III. Du gaz hydrogène sulfuré, ou du gaz hépatique..... 309

LIVRE IX.

Des Acides.

CHAPITRE PREMIER. Définition et propriétés générales de l'acide..... page 316
CHAP. II. De l'acide carbonique..... 320

Digitized by Google

CHAP. III. De l'acide sulfurique..... page 350
CHAP. IV. De l'acide sulfureux..... 356
CHAP. V. De l'acide nitrique, de l'acide nitreux et du gaz nitreux..... 360
CHAP. VI. De l'acide muriatique..... 380
CHAP. VII. De l'acide muriatique oxigéné..... 384
CHAP. VIII. De l'acide fluorique..... 390

LIVRE X.

Des phénomènes de la combustion, de la respiration, de la chaleur animale, de la végétation et de la fermentation.

CHAPITRE PREMIER. De la combustion..... page 396
CHAP. II. De la respiration..... 409
CHAP. III. De la chaleur animale..... 417
CHAP. IV. De la végétation..... 424
CHAP. V. De la fermentation..... 438

FIN DE LA TABLE DU TOME SECOND.

Errata.

Page 65, ligne 1 : leur intérieur, *lisez* l'air intérieur.

Digitized by Google

Fig. 88.

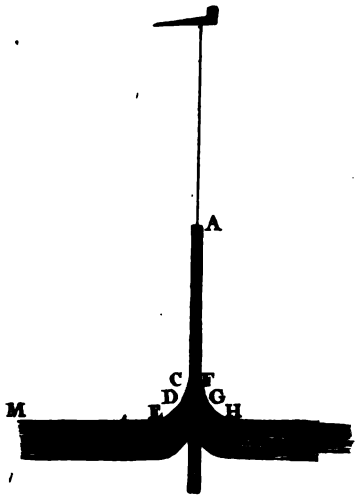


Fig. 91.

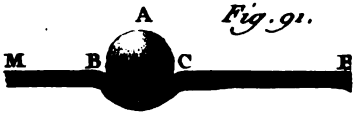
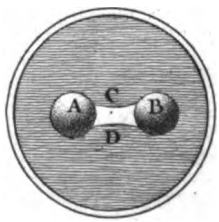


Fig. 94.



Digitized by Google

Digitized by Google

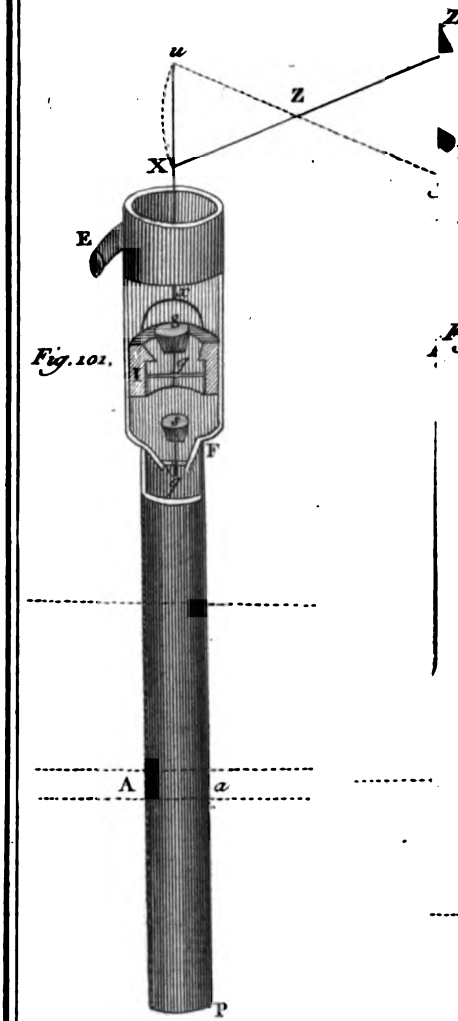


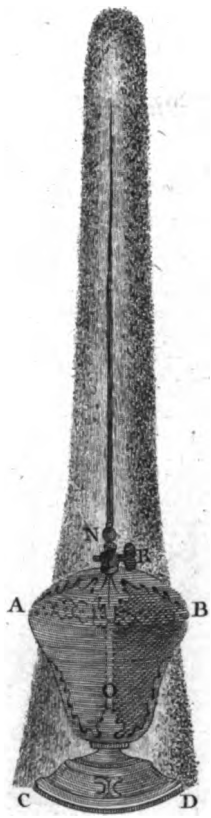
Fig. 101.

Fig. 104.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 110.

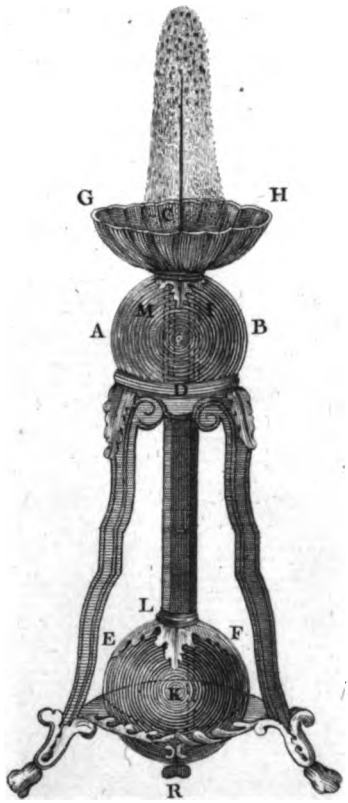


Fig

Digitized by Google

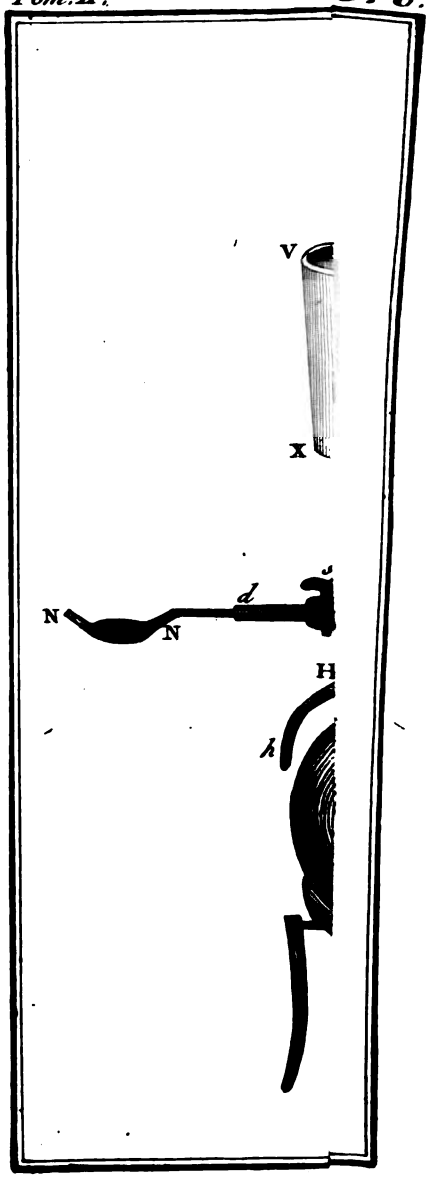
Digitized by Google

Fig. 112.



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

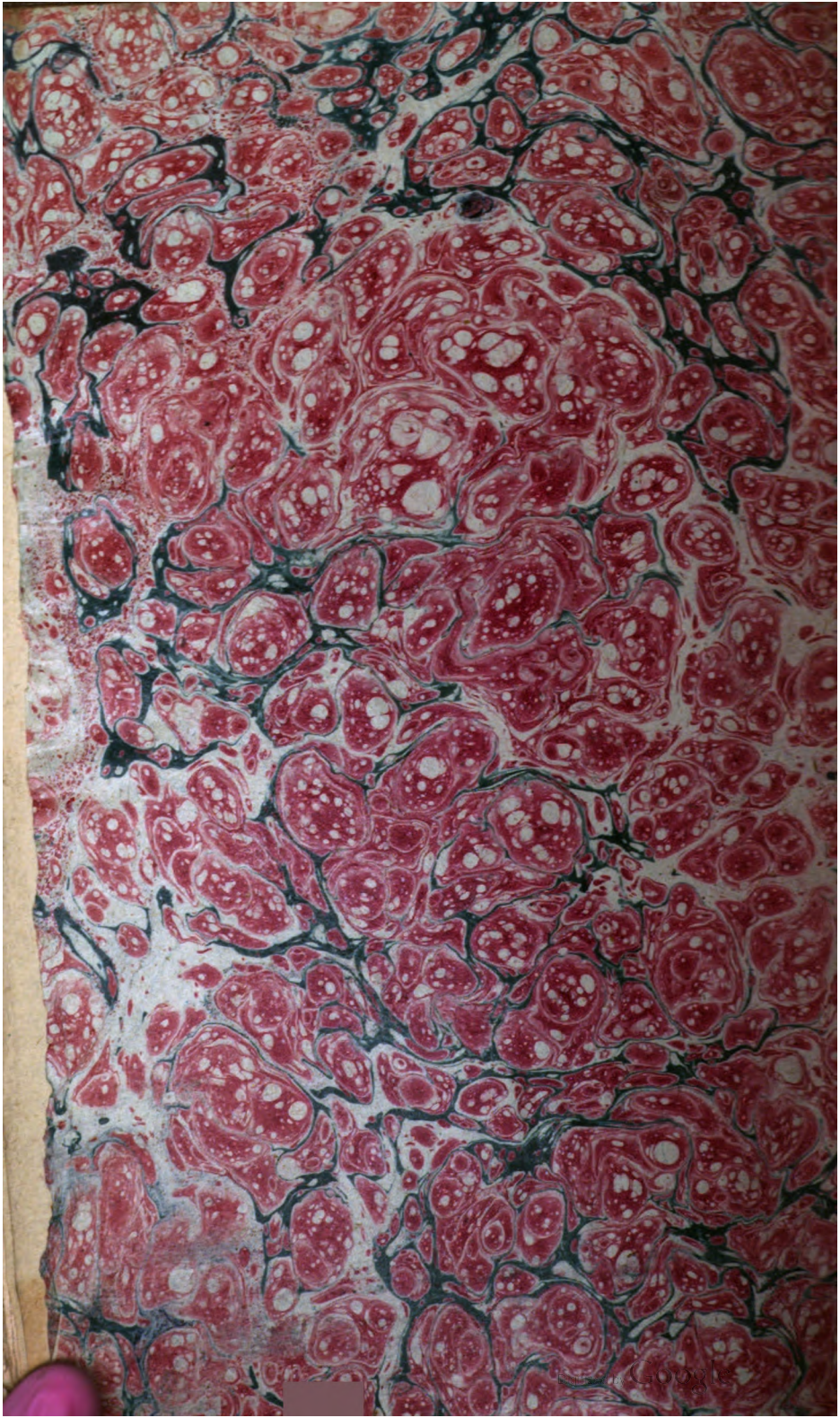
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google